

中国科学院 南京地质古生物研究所集刊

第 24 号



科学出版社

58.137
281

中国科学院 南京地质古生物研究所集刊

第 24 号



科学出版社

1988

24602

中科院植物所图书馆



S0003371

内 容 简 介

本号《集刊》汇集四篇论文,其中两篇为云南昭通晚新生代、沾益史家坡中泥盆统的微体植物群;另两篇为广西南丹早石炭世介形类及毛庄组的三叶虫。各篇均根据古生物门类,讨论了各有关地质时代中生物的组合特征、古生态、演化规律等,并进行了地层的划分对比。本书共附照相图版 94 幅、插图 30 帧。

本书可供古生物学、地层学工作者和高等院校有关师生参考。



中 国 科 学 院 南京地质古生物研究所集刊

第 24 号

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 4 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1988 年 4 月 第一次印刷 印张: 17 1/4 插页: 48

印数: 0001-1,150 字数: 393,000

ISBN 7-03-000207-5/P.33

定 价: 10.20 元

科技新书目: 162-033

中国科学院 南京地质古生物研究所集刊

第 24 号

目 录

- 云南昭通晚新生代孢粉植物群.....宋之琛 (1)
云南沾益史家坡中泥盆统海口组微体植物群.....卢礼昌 (109)
广西南丹早石炭世王佑组介形类动物群及其生态探讨.....王尚启 (269)
论毛庄组的时代及其所含三叶虫.....卢衍豪、朱兆玲、张进林 (331)

MEMOIRS OF NANJING INSTITUTE OF GEOLOGY
AND PALAEONTOLOGY, ACADEMIA SINICA

No. 24

CONTENTS

Late Cenozoic Palyno-flora from Zhaotong, Yunnan	Song Zhichen (45)
Middle Devonian Microflora from Haickou Formation at Shijiapo in Zhanyi of Yunnan, China	Lu Lichang (215)
Ostracode Faunas from the Early Carboniferous Wangyou Formation in Nandan of Guangxi and Their Paleocotype.....	Wang Shangqi (314)
Trilobites of the Maochuang Formation and Its Age Lu Yanhao, Zhu Zhaoling and Zhang Jinlin (347)

云南昭通晚新生代孢粉植物群

宋 之 琛

(中国科学院南京地质古生物研究所)

一、前 言

云南新生代植物群的研究始自本世纪二十年代。起先法国人 Colani, M. M. (1920) 采集研究了云南中南部的植物化石, 确定其地质时代为中、上新世。一直至解放之时, 此地新生代植物的研究几乎没有什么进展。

近年来, 随着地质普查找矿的广泛展开, 在云南各地找到了许多新生代大植物化石群, 其中有早第三纪的景谷植物群, 晚第三纪的剑川(双河煤组)、洱源(三营组)、开远(小龙潭)和腾冲等地的植物群。这些植物群的成分过于单调, 因此, 它们与当地现代植物群的演替关系很难查明。云南的现代植物是非常丰富的, 约二万种左右, 木本植物约有七千余种, 蕨类植物生长繁盛, 有蕨类植物王国之称。这些特征在已发现的大化石植物群中往往没有表现出来。而现代植物群是如何从化石植物群演替来的, 正是植物学研究的重要课题之一。

可庆幸的是, 孢粉学研究至少部分弥补了大植物化石研究之不足。孢子花粉的产量高, 容易保存, 只要是适宜环境中的沉积物, 均能分析出丰富的化石孢粉, 为植物群演替的研究提供了充足的材料。云南在第三纪, 尤其晚第三纪时, 由于环境和气候适宜, 植物十分茂盛。这是褐煤形成的必备条件, 所以晚第三纪的褐煤煤田在云南各地多有分布, 本文研究的昭通地区的褐煤煤田就是其中之一。褐煤煤田正是孢粉分析研究的最有利场所。

云南第三纪的孢粉学研究是解放后才开始的。在本区进行较多工作的单位有: 中国地质科学院地质矿产研究所, 云南煤田地质勘探公司属下的各勘探队, 石油工业部滇黔桂石油勘探开发会战指挥部地质研究所, 地质矿产部成都地质矿产研究所和中国科学院地理研究所等。他们从不同的角度研究了许多地点的化石孢粉, 提出了云南晚第三纪的孢粉组合特征、地层划分对比意见及孢粉植物群所反映的自然地理环境等, 一些资料已公开发表(如李文漪等, 1978; 李百福, 1982)。这些资料对目前的研究无疑是很有意义的。

昭通地区的褐煤煤田为云南晚第三纪的较大褐煤煤田之一。为了划分、对比有关地层和确定其地质时代, 143 煤田地质勘探队从这一盆地的许多钻井中采集了许多孢粉样品, 要求我们进行孢粉分析, 协助解决有关问题。自 1979 年起, 我们先后分析了采自 705, 2214 和 3411 等三口钻井的近 80 个样品, 为生产单位提供了有关钻井的地层划分和地质时代的意见报告。昭通晚第三纪褐煤煤田的化石孢粉颇为丰富, 种类复杂, 尤其在整個钻井剖面上下连续分布, 对植物群演替的研究十分有利。因此, 笔者在满足了生产单位的要求后,

于1981年开展了这一专题研究,试图通过研究探索出这一地区自晚中新世以来植物群的演替概况。

为便于植物群演替的探讨,化石孢粉的鉴定要求用现代植物名称;化石孢粉和现代植物间的关系搞得愈清楚,则对这一问题的探讨愈可靠。本文化石孢粉的鉴定就是按照这种原则进行的。我国蕨类植物孢子形态和被子植物花粉形态的论著已由中国科学院植物研究所等(1960, 1976, 1982)出版,这就使化石孢粉的鉴定有了对比研究的基础。化石的松柏类花粉,因无现代花粉资料可充分对比,一些种的鉴定只依其形态特征,有些可能并不代表其真正母体植物种,目前的鉴定只能按器官属种的概念进行。尤其一些藻类或其它化石,因毫无对比之依据,就只能按其形态特征,依孢粉学的人为命名原则定名,可能的话则指出其大概的亲缘关系。一些分子关系未明,只能将其图片展示在图版上,以待解决。笔者深深体会到了现代植物(包括低等的菌藻植物)孢粉形态学研究对新生代孢粉学研究的重要意义,强烈呼吁从事现代孢粉形态研究的学者,加强这方面的研究。目前看来,我国松柏类花粉形态的研究是当务之急,应优先进行。只有这样,方能对反映我国上新世以来气候波动的松科一些属种的作用作出正确的判断。

感谢143煤田地质勘探队寄送了大量的岩心样品,为作者提供了研究材料;在论文编写过程中,云南大学生物系的姜汉侨对我们了解云南植被特点给予了很大帮助,中国科学院植物研究所的张金谈等从孢粉形态上给予了指点;本研究中的样品分析是由我室黄凤宝、莫春华等担任;孢粉照相是笔者在曹流的协助下拍摄的,梁小云和樊小羿协助印相;图件由我所绘图室徐宝瑞着墨绘制;英文摘要由阳昌明作文字上的修改;钻孔剖面及其岩性特征均据云南143煤田地质勘探队提供的资料。笔者对上述单位及个人的帮助,表示深切的谢意。

二、昭通地区的自然概况

欲要说明昭通地区第三纪的植被变迁,就必须首先了解昭通地区现代的自然地理概况。现将其自然概况简要介绍于下:

(一) 植 被

昭通位于云南之东北角,正好处于云南中部高原的东北部。

昭通地区的现代植被主要属于“滇中高原盆谷,滇青冈、栲类、云南松林区”,西部边缘则属“川、滇金沙江峡谷,云南松、干热河谷植被区”。

前一植被区的地带性植被类型为滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucoides*)、黄毛青冈(*C. delavayi*)、高山栲(*Castanopsis delavayi*)、元江栲(*C. orthacantha*)等为主的常绿阔叶林,伴生少量落叶和硬叶的栎属(*Quercus*)或冬青属(*Ilex*)等,反映生境条件偏干。另外,华山松(*Pinus armandii*)、滇油杉(*Keteleeria evelyniana*)大都和云南松(*Pinus yunnanensis*)混交成林。在山地的2500—2800m,上述常绿阔叶林逐渐转变为以包斗栎(*Lithocarpus cleistocarpus*)为主的中山湿性常绿阔叶林,附生苔藓和地面蕨类植物的数量

显著增加，华山松和旱冬瓜 (*Alnus nepalensis*) 分布更为普遍。个别高山的上部出现面积很小的冷杉林，下部有云南铁杉 (*Tsuga dumora*) 生长(《中国植被》，1980, 879 页)。

云南松、干热河谷植被区的地带性植被仍为青冈、栲类林，主要树种有滇青冈、黄毛青冈、高山栲、滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus*) 等。林中常有少量樟科和山茶科种类，如滇润楠 (*Machilus yunnanensis*)、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*)、银木荷 (*Schima argentea*) 等。2500—2800m 海拔内，为以包斗栎和多变石栎 (*Lithocarpus variolosus*) 为主的中山湿性常绿阔叶林。海拔 2800—3200m，为山地针阔叶混交林，主要由云南铁杉、槭、桦、冷杉组成，林下以箭竹和杜鹃为主。海拔 3000—3900 m，分布山地寒温性针叶林和山地硬叶常绿栎林。前者以各种冷杉和云杉组成，后者由川滇高山栎 (*Quercus agufoloides*)、黄背栎 (*Q. pannosa*) 等组成。另外，云南松林在海拔 1100—2800m 范围内广泛分布。海拔 3900m 以上，为亚高山灌丛和草甸带。灌丛由杜鹃、香柏、小檗、绣线菊等属的植物组成。草甸由禾本科、莎草科、菊科、百合科、龙胆科、伞形科植物组成(《中国植被》，1980, 881 页)。

总观目前云南中部和东北部植被的分布概况是：地带性植被为由青冈、栲类所组成的常绿阔叶林；此带之上为山地针阔叶混交林，由铁杉、云杉和落叶阔叶树的一些种所组成；其上为山地寒温性针叶林和山地硬叶常绿栎林；海拔约 3000 m 以上，为亚高山灌丛和草甸带。另外，在海拔 1100—2800 m，云南松林具有广泛的分布。所以，云南东北部(包括昭通)也被划归高原亚热带北部常绿阔叶林地带的滇东北高原高、中山云南松林羊草草甸亚区(杨一光，1980)。

这种类型的植被发育在我国西部亚热带的高原季风类型的气候带，总的表现是四季如春，干湿季分明。例如在离昭通极近的西昌一带，年均温 17.1℃，最热月均温 22.7℃，最冷月均温 9.5℃，年积温 5350℃；年降雨量 1040mm，均集中于 5—10 月的雨季。有些地区，年温有所升高，但降雨量仅为 600mm (如元谋地区)，反映干、热河谷的特殊景观(《中国植被》，1980, 880 页)。

(二) 地 层

上第三系为云南的主要含煤地层之一，大多沉积于由喜马拉雅造山运动所形成的大小不等的山间盆地内。各盆地的上第三系和第四系可能各有不同。据钻井记录，昭通地区上第三系和第四系连续沉积自上而下依岩性可分为如下几段(现分别介绍一些钻井剖面)：

I. 705 钻井剖面

1. 表土层	底界井深 7m
2. 灰色、深灰色粘土层	24.4m
3. 杂灰色、灰色砂质粘土层	208m
4. 褐煤层	328m
5. 褐煤和各色粘土、砂质粘土互层	372.4m
6. 杂色砂质粘土层	438.6m
7. 细砂、粘土及砾石层	446m

8. 灰色砂质粘土层 461.8m

II. 3411 钻井剖面

1. 表土层 底界井深 6.7m
 2. 浅棕灰色粘土层 24.8m
 3. 杂色砂质粘土层 73.3m
 4. 灰白色泥质粉砂层 93.7m
 5. 褐煤层 148.1m
 6. 褐煤和各色粘土互层 175.95m
 7. 杂色粘土层 216.4m

III. 2214 钻井剖面

1. 表土层 底界井深 4.6m
 2. 灰、深灰色粘土层 19.7m
 3. 杂色砂质粘土层 130.0m
 4. 褐煤层 131.0m
 5. 杂色砂质粘土层 140.0m

根据以上各钻井情况, 昭通地区上第三系和第四系的分层大致为(自上而下):

1. 表土层 厚 5—7m
 2. 杂色粘土层 14—20m
 3. 杂色砂质粘土层 50—184m
 4. 泥质粉砂层 0—20m
 5. 褐煤层 50—120m
 6. 褐煤及杂色粘土互层 27—44m
 7. 粘土及砂质粘土层 40—66m
 8. 细砂、粘土及砾石层 0—8m
 9. 砂质粘土层 20m (未穿透)

除 8, 9 两层以外, 其它各层均含有丰富的化石孢粉。

三、孢粉组合特征

昭通地区上第三系和第四系的孢子花粉相当丰富, 其中具三沟和三孔沟的花粉数量很多。由于现代花粉形态研究之不足及使用的显微镜的性能欠佳, 目前要将这类花粉准确鉴定到属有时颇为困难。为了统计的方便, 我们将类似于栎属花粉的分子统归为 *Quercus*-type (栎类, 包括了 *Cyclobanopsis* 等分子), 把和栎属有差别的其它三沟类分子称 *Tricolpopollenites* (三沟类), 其中大部分可能为草本植物花粉; 一些网纹三孔沟类花粉, 可能包括大戟科、芸香科、茶科和五加科等都统计在 *Retitricolporites* (网面三孔沟类) 中。统计表中的 *Leguminosae* (豆科类) 包括了外壁近平滑的三孔沟花粉, *Oleaceae* (木犀科类) 包括木犀科、木通科、冬青科和忍冬科的荚蒾属等, *Rosaceae* (蔷薇科类) 包括孔显破裂状的或外壁较厚的三孔沟花粉; *Herbs* (草本类) 系指可以较准确鉴定的草本植物花粉, 如菊科、蓼科、唇形科、十字花科和伞形科等; 禾本科中包括了莎草科的分子。至于具孔花粉和松柏类花粉, 由于其特征明显, 均分属进行统计。蕨类植物孢子分为 *Polypodiaceae*

Laevigato-type (光面类)和 *Polypodiaceae Verrucato*-type (瘤面类)两类统计,其它三缝孢子虽各有统计,因数量少而不连续出现,未标明于孢粉图式上。

根据孢粉图式,可见其中的孢子、松柏类以及具孔类花粉曲线的变化相对地较三沟和三孔沟类花粉的要明显些,因为后一类是许多科属分子的综合。因此在划分孢粉组合和亚组合以及带和亚带的特征时,笔者首先着眼于前一类孢粉曲线的变化,同时参考其它方面的因素。现将各钻井的孢粉组合和亚组合分别叙述如下:

(一) 705 钻井(插图 1 和表 1)

此钻井剖面可分为如下的孢粉组合和亚组合(自下而上):

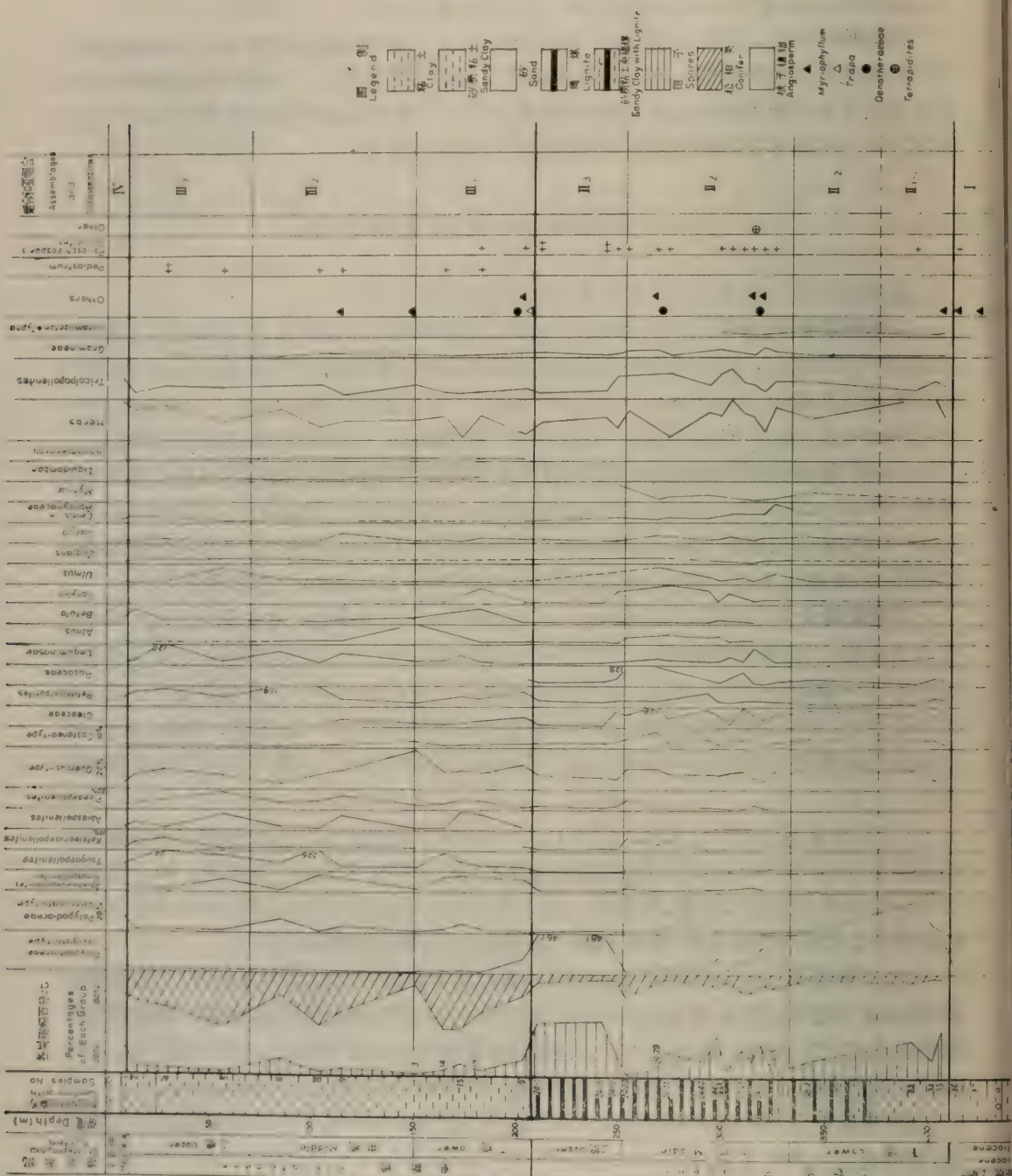
1. 孢粉组合 I (井深 438—410m) 本组合的孢粉化石较为贫乏,严格说还不足构成一个完全的孢粉组合。就目前资料来看,孢粉组合以被子植物花粉为多,有 12—20 粒,孢子和松柏类花粉较少,各为 8—10 粒和 4—8 粒。被子植物主要为栎类(4—6 粒)、栗类(*Castanea*-type, 包括 *Castanopsis*, *Lithocarpus* 和 *Pasonia* 等)(2 粒)、网面三孔沟类(2—3 粒),榛属、榆属和胡桃属各为 2 粒,未见桤木属和桦属花粉;草本类少于 5 粒。松柏类的松粉(*Pinuspollenites*)、铁杉粉(*Tsugaepollenites*)和油杉粉(*Keteleeriaepollenites*)各只占 1—3 粒,未见云杉粉(*Piceapollenites*)和冷杉粉(*Abiespollenites*)。光面和瘤面单缝孢类都很少,未超过 5 粒。另外,见到狐尾藻属和卵形孢(*Ovoidites*)的零星分子。

2. 孢粉组合 II (井深 410—208m) 本组合的孢粉十分丰富,其主要特征是:蕨类孢子相当丰富,占孢粉总数的(5)—10—50%;松柏类花粉在中上部有所增加,但最多不超过 23%,一般在 5—10% 之间。被子植物的栎类一般占 10—20%,其它各类分子或多或少均有存在;草本类的数量较多,若把三沟类的计算在一起,则一般占 20—30%。另外,卵形孢和光对裂孢(*Psiloschizosporis*)分子常常存在,有时很多。本组合还可分为下列亚组合:

1) 亚组合 II₁₋₁ (井深 410—375m) 此亚组合的特征是:光面和瘤面单缝孢类高峰值各达 35% 和 31%;松柏类花粉很少,冷杉粉和云杉粉未见或个别出现。被子植物的类型开始增多,桤木属、桦属、胡桃属、杨梅属和朴属等未见或零星出现;草本类较多,占 10—22%,禾本科个别见到,香蒲和眼子菜经常存在,偶见狐尾藻分子。

2) 亚组合 II₁₋₂ (井深 375—330m) 本亚组合和前一亚组合颇为相似,如松柏类花粉很少,冷杉粉和云杉粉未出现;被子植物的情况也大多如前,桤木属、桦属、杨梅属和朴属等少见或在其顶部出现,禾本科个别见到,香蒲和眼子菜经常存在。不同点是蕨类孢子较前一亚组合明显减少,约占 20%,草本类也有减少,约占 10%,未见狐尾藻。

3) 亚组合 II₂ (井深 330—250m) 这一亚组合的特征是:孢子含量的曲线频繁波动,变动在 4—40% 之间;松柏类较前有所增多,云杉粉和冷杉粉出现,各类分子的曲线在本亚组合的顶部均有一次增长的小峰。被子植物中,除栎类没有明显变化外,其它各类分子在本亚组合中都获得了最高值,如栗类最高达到 8%,木犀科类达 12.8%,网面三孔沟类为 7.5%,蔷薇科类为 12.9%,豆科类为 8%,榛属达 10%,榆属达 8.3%,尤其朴属和夹竹桃科以及杨梅属均连续出现,前二者可达 9%,后者近 8%。草本类高达 21%,禾本



类最高为 5%，三沟类也高达 15%。另外，卵形孢的数量较多，狐尾藻和柳叶菜科的分子零星见到。

4) 亚组合 II₃ (井深 250—208m) 此亚组合的最突出特征是光面单缝孢类极度丰富，达 48% 左右。松柏类分子在前一亚组合顶部略有增多后有所减退，和前几个亚组合的大体相当，冷杉粉又复未见。被子植物分子的曲线在前一亚组合中达到一定高度后，在本亚组合有所下降，如栎类为 10—15%，栗类为 2—3%，木犀科类为 2—7%，蔷薇科类为 2—7%，桤木属占 1—2%，榛属占 2—7%，榆属和杨梅属等在这一亚组合未出现或只见于其底部；草本类和三沟类也有不同程度的减少，前者一般为 10%，后者一般低于 5%。此外，卵形孢和光对裂孢在本组合都很丰富。

3. 孢粉组合 III (井深 208—8.5m) 这一组合的最显著特征是：孢子的含量较低，均不超过 15%，一般为 10% 左右；松柏类花粉众多，一般均超过 20%，甚至达 50%。仅据此特征，就能把本孢粉组合 (III) 和前一孢粉组合 (II) 区别开来。另外，盘星藻 (*Pediastrum*) 在本组合普遍存在，部分层段十分众多，这也是前一组合所未见到的现象。依据其各类分子曲线的消长情况，本组合也可分为如下的亚组合：

1) 亚组合 III₁ (井深 208—151m) 光面单缝孢类的曲线从前一组合的高峰突然降到本亚组合的低谷，以后一直未有回升。松柏类花粉在本亚组合又有新的增长，松粉一般超过 10%，高达 15%，铁杉粉一般占 5%，偶达 17% 左右；冷杉粉达 9%，为本钻井剖面的第一次高峰值。被子植物花粉较前一亚组合有不同程度的增加，值得特别提及的是桦科花粉的数量为此钻井剖面的最高值，如桤木属在本亚组合顶部达 14.2%，为本钻井剖面的唯一高峰值；桦属达 7.4%，也是本钻井剖面的唯一高峰值，榛属达到 7.4%。杨梅属、朴属和夹竹桃科以及胡桃属零星出现或缺乏，枫香属从本亚组合开始较连续出现。栎类较前一亚组合有所增加，在本亚组合顶部达 37.7%。其它分子的曲线平常，无明显变化。杜鹃属从本亚组合开始经常零星出现，狐尾藻也多有发现，菱属在本亚组合底部存在。此外，除盘星藻经常存在外，卵形孢和光对裂孢也是较多碰到的分子。

2) 亚组合 III₂ (井深 151—75m) 此亚组合的松科花粉仍然很丰富，松粉一般为 5—10%，可达 17.5%；铁杉粉的含量高达 22.6%，又形成高峰值；冷杉粉的曲线有两个高值，各为 6.5% 和 7.8%；云杉粉一般为 10% 左右，也有两个高值，各为 12.9% 和 15.6%，均为本钻井剖面的高峰点。瘤面单缝孢类略有增加，达 13.2%，光面单缝孢类比较少。被子植物花粉中，除网面三孔沟类有较多增加，高值分别达 10.5% 和 11.9% 外，其余各类的数量又有减少，如栎类从前一亚组合的 37.7% 下降到 6.6%，一般为 10—17%；木犀科类、蔷薇科类、榛属、杨梅属和朴属等多零星或分散出现，仅榆属在本亚组合顶部有一定增加，达 7.8%。草本类的曲线有增长之趋势，枫香属、杜鹃属和禾本科等均少量连续出现，狐尾藻零星见到。此外，盘星藻比较普遍，但卵形孢较少见到。

3) 亚组合 III₃ (井深 75—8.5m) 此亚组合的孢子数量很少，含量一般不超过 10%。松柏类的数量有逐渐增加之势，曲线形成一高峰，随后数量减少，曲线下降。如松粉、油杉粉、冷杉粉和云杉粉都略有增加，曲线上升；但铁杉粉在前一亚组合高含量的基础上数量又有增加，曲线升达 24%，在本钻井剖面中达最高值。被子植物的花粉，情况各有不同，栎类含量达 19.2%，网面三孔沟类为 8.4%，豆科类为 12%，桦属在本亚组合顶部达 6.9%；

草本类一般超过 10%，高达 17%，其它分子均有所减少或多零星出现。另外，盘星藻在个别层位非常丰富。

4. 孢粉组合 IV (井深 8.25m) 这一组合虽只有一块样品的资料，但与孢粉组合 III 却有明显的不同：如蕨类孢子的含量又有较大增加，尤其是瘤面单缝孢类高达 15.2%，为本钻井剖面的第二个高峰值。松柏类花粉的含量较前一组合明显减少，各类分子均有减少的趋势。被子植物中，除草本类和三沟类继续增加，各为 19% 和 10% 外，其余分子也都趋于减少，如栎类 (6%)、网面三孔沟类 (4.5%)、豆科类 (1.5%) 和桦属 (2.3%) 等，甚至呈零星出现。此外，盘星藻也未见到。

(二) 3411 钻井(插图 2 和表 2)

此钻井剖面的孢粉类型，依其含量的曲线变化，也可分为几个孢粉组合和亚组合。现自下而上叙述于下：

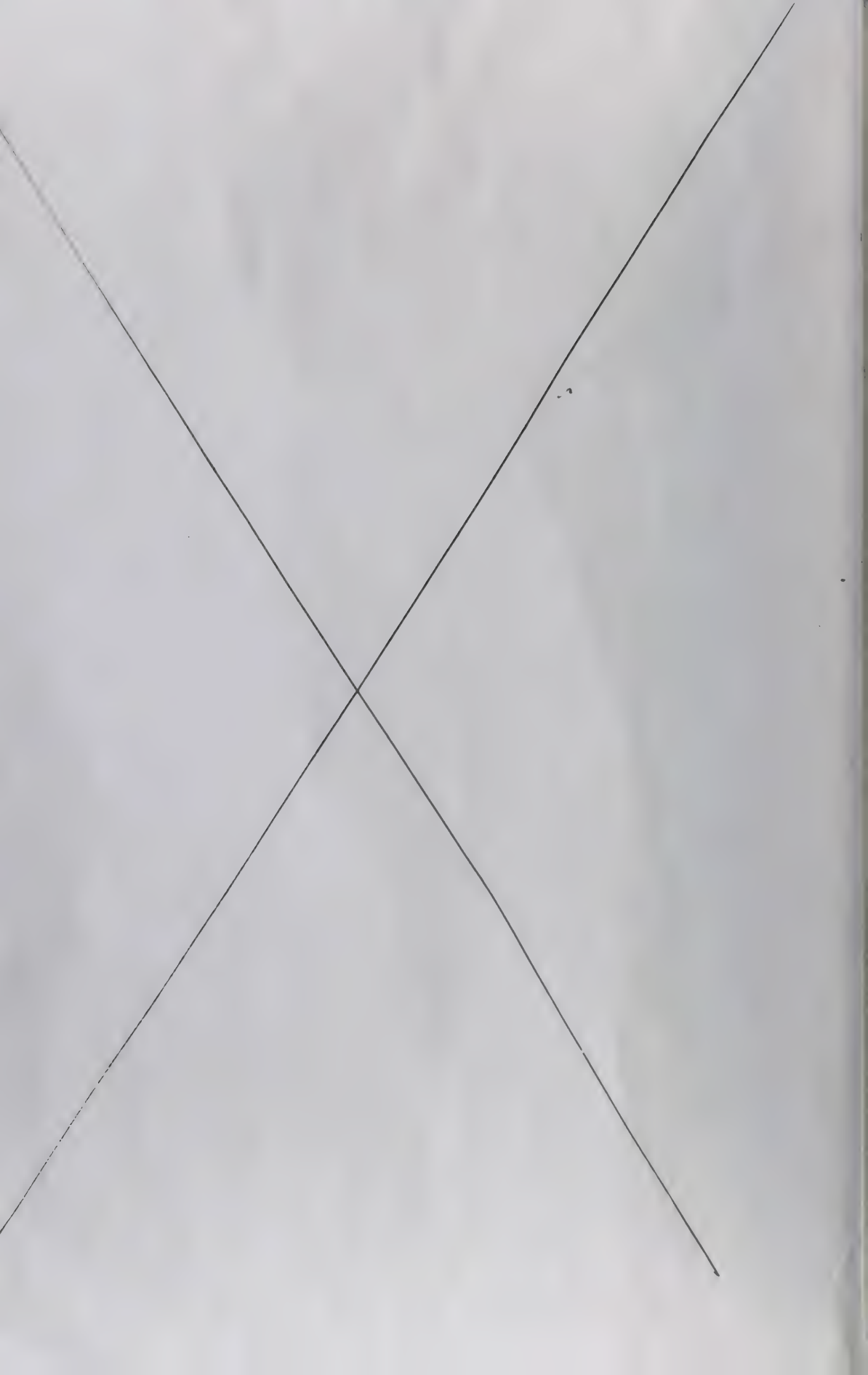
1. 孢粉组合 I (井深 211—99m) 此组合是以蕨类孢子比较众多和松柏类花粉相对较少等为其突出特征的。在蕨类孢子中，光面单缝孢类和瘤面单缝孢类在下部较多，三角孢属亦多分布于下部，紫萁属孢子在中上部较常见。松柏类中，以松粉为主，其余分子并不多。被子植物的花粉，主要是栎类、草本类和三沟类等，各占 20%、3—8% 和 20% 左右。这一组合还可分为三个亚组合：

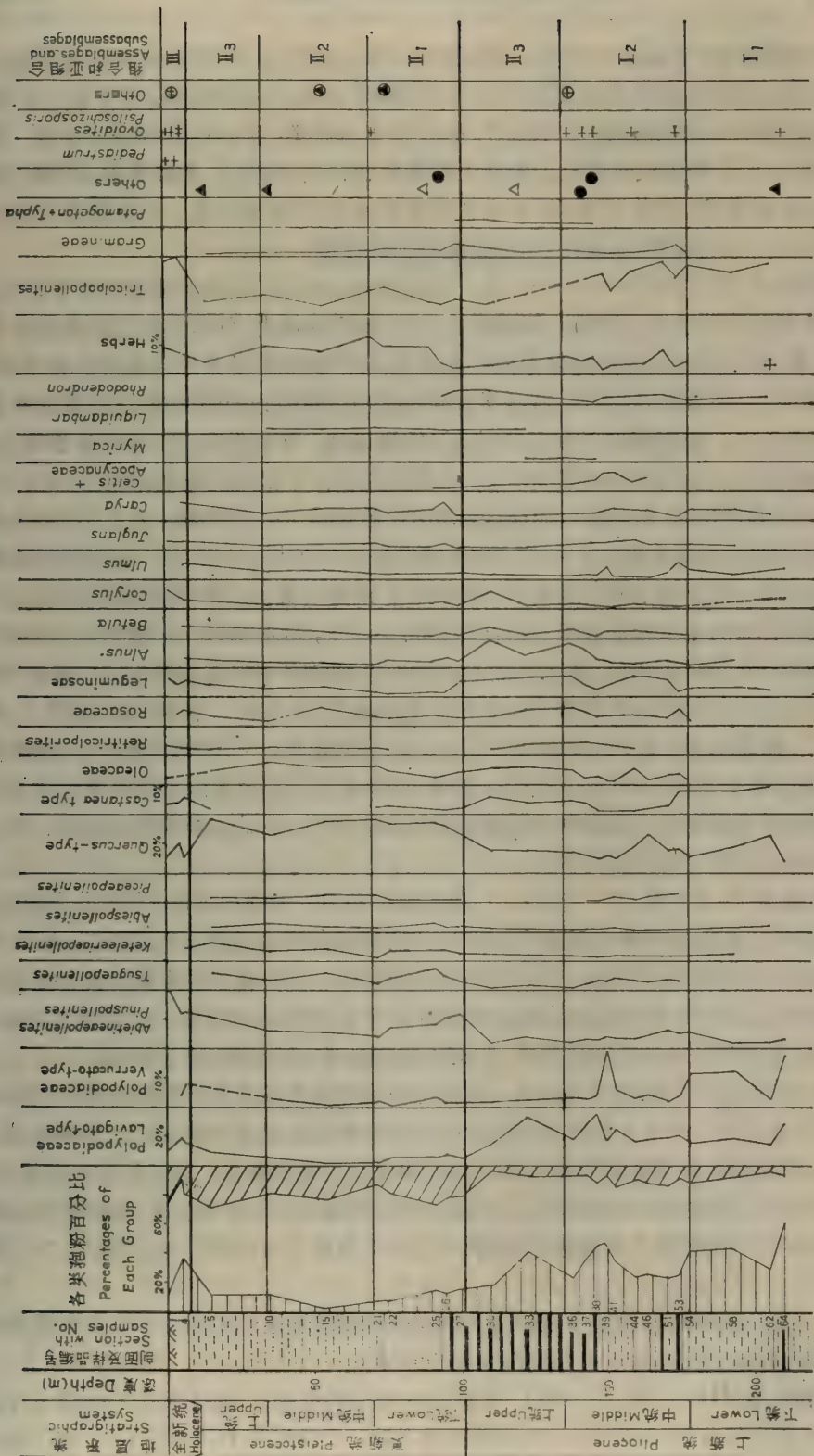
1) 亚组合 I_1 (井深 211—175 m) 此亚组合的特征是瘤面单缝孢类的数量较多，占 (2.1)12—17.8%，形成本钻井剖面的最高曲线段；光面单缝孢类的数量更多，占 15—28.5%，但在曲线上未显出明显变化，因为它在本组合的含量都很高。三角孢属较常见，占 3.5—9%。松粉是松柏类中最常见的分子，占 2—6%，其余各类多零星出现。被子植物中除栎类 (7—26%)、三沟类 (14.8—17.4%) 众多外，栗类的数量也不少，占 7.4—10.8%，为本钻井剖面的最高值；其余分子，如豆科类、桤木属、榆属、胡桃属、山核桃属和杜鹃属等均零星或少量出现，零星见到的还有狐尾藻。此外，卵形孢和光对裂孢也常见到。

2) 亚组合 I_2 (井深 175—135m) 光面单缝孢类的高值曲线自前一亚组合一直延续到本亚组合，在本亚组合的中部和顶部高达 36.6% 和 34.3%，为本钻井剖面的两高峰值。瘤面单缝孢类的曲线，从前一亚组合的高值到本亚组合骤然降低，一般占 5%，但在中部突然升高达 18.6%，后又明显下降。松柏类分子的曲线比较平缓，无明显变化，但各类分子均为连续出现，和前一亚组合有所区别。被子植物中，其曲线有所升高或无变化的有栎类、豆科类、桤木属、榛属、山核桃属和杜鹃属等，三沟类和栗类的曲线有所下降。而木犀科类、网面三孔沟类、蔷薇科类、桦属、朴属、杨梅属、禾本科和眼子菜等自本亚组合起才持续出现，它们的含量均为本钻井剖面的较高值，反映出被子植物十分发育的阶段。零星出现的分子有狐尾藻、柳叶菜科等。藻类的卵形孢和光对裂孢较为丰富，*Tetrapidites* 偶然见到。

3) 亚组合 I_3 (井深 135—99m) 此亚组合代表向下一孢粉组合转变之过渡阶段，许多分子的曲线处于过渡状态。总的趋势是蕨类孢子的数量逐渐减少，相应地松柏类花







▲ Myriophyllum ▲ Trapa ● Onocerales ● Tetradites ● Botryococcus ● Concentricysts

插图 2 3411 钻井孢粉图式 (The spore-pollen diagram of Borehole 3411)

粉增多,被子植物分子的变化不明显。光面单缝孢类由亚组合 I_2 的高含量降到本亚组合的 20% 以内。松柏类分子在本亚组合的上部有较多增加,如松粉和铁杉粉各为 6—9% 和 2%。被子植物分子的数量有所增加的有栎类、木犀科类、豆科类、桤木属、桦属、榛属和杜鹃属等;无明显增加或有所减少的分子有栗类、网面三孔沟类、蔷薇科类、榆属、胡桃属、山核桃属、朴属、三沟类、草本类、禾本科和眼子菜等;杨梅属未见,枫香属自本亚组合起才开始出现,但数量很少。此外,还见到菱的个别花粉。

2. 孢粉组合 II (井深 99—7m) 这一孢粉组合以蕨类孢子的含量较低和松柏类含量较高等区别于前一组合。和前一组合相比,被子植物的栎类、草本类和三沟类的含量有所增加,栗类、豆科类、桤木属、榛属、朴属、杨梅属、杜鹃属和眼子菜的含量有所减少,或零散出现甚至缺乏;零散见到的还有狐尾藻和柳叶菜科。藻类分子卵形孢、光对裂孢频繁出现,数量有时不少,葡萄藻属 (*Botryococcus*) 零星见到。本组合仍可分为如下的亚组合:

1) 亚组合 II_1 (井深 99—73 m) 本亚组合包括了松柏类花粉含量由 10% 增长到 26%、后又减至 14% 左右的一段曲线,其中松粉获得了一个高值,为 10.2%;铁杉粉也达到本钻井剖面的最高值,为 7.8%;冷杉粉也有个小高点,约为 3%,云杉粉在亚组合的顶部达 2.7%。蕨类孢子的含量处于平稳状态,或略有减少。被子植物的栎类的含量,从前一组合的 18% 逐步增加到本亚组合顶部的 34.2%,草本类由 3% 增加到 12% 左右,三沟类也有增加,最高达 9%。和亚组合 I_3 比较,含量有所减少的有栗类(一般为 2%)、蔷薇科类(一般为 2.5%)、豆科类(0—5%)、桤木属(2% 左右)、桦属(1% 左右)、榛属(1% 左右)、榆属(1.5—2%)、胡桃属(0.7—2%)、禾本科(1—3.4%)等。山核桃属的曲线有两个小高点,各为 4.1% 和 5.5%;朴属、杨梅属、杜鹃属和眼子菜等零星出现于本亚组合下部;个别见到的有菱属和柳叶菜科的花粉。此外,还见到藻类的盘星藻、卵形孢和 *Botryococcus* 等,有时数量尚多。

2) 亚组合 II_2 (井深 73—36m) 此亚组合和前一亚组合特征多相同,仅以较小的差异而区别。蕨类孢子的含量进一步减少,达到在本钻井剖面上的最低值。松柏类的云杉粉较前一亚组合略有增加,其余或有减少或相当。被子植物的木犀科类和蔷薇科类的含量略有增加,栗类、朴属、杨梅属、杜鹃属和眼子菜属等均未出现,其余分子无明显变化。在本亚组合零星见到的有狐尾藻,散见的有盘星藻、卵形孢和葡萄藻等。

3) 亚组合 II_3 (井深 36—7m) 此亚组合的特点是蕨类孢子和松柏类花粉的含量又缓慢地增加起来,孢子含量在顶部达 30%,松柏类在上部达 28%,后又逐渐减少。在松柏类中,松粉的含量增加较明显,其它分子的曲线无明显变化。被子植物各类的曲线,总的来说与前一亚组合没有明显不同,但栗类和杜鹃属等又有零星出现,木犀科类和蔷薇科类等又有减少,狐尾藻个别见到,枫香属未出现。藻类分子卵形孢很少见到,盘星藻有出现。

总之,这一孢粉组合的三个亚组合是依据松柏类花粉曲线的三个小高点和蕨类孢子含量的弧形曲线划分的,被子植物只作为补充特征。

3. 孢粉组合 III (井深 7—0m) 本孢粉组合的特征是: 蕨类孢子的曲线上升成一小高峰,高达 34.1% 和 35.3%;松柏类的含量下降,为 19.5—11.7—26.1%;被子植物的栎类含量明显减少,草本类和三沟类有较多增加;藻类的盘星藻和卵形孢十分丰富。松柏

类中仅松粉的曲线明显增长,其它分子均很少出现。在被子植物中,数量有所增加的分子有栗类(达5%)、豆科类(达6%)、榛属(达5.8%)等,尤其草本类和三沟类含量增加较明显,前者达9%,后者达17.4%;桤木属、桦属、榆属和山核桃属仅出现于本组合的下部,枫香属和杜鹃属未见。藻类分子 *Concentricyst* 零星见到。

(三) 2214 钻井 (插图 3 和表 3)

这一钻井剖面的孢子曲线几乎没有什么明显变化,仅在其上部和下部稍有增高;松柏类花粉曲线也只有三个高点;被子植物的栎类曲线也很少波动,仅在其顶部有所下降。所以,本钻井剖面很难划分出明确的孢粉组合,而只能分出如下的几段:

1 段 (井深 130—110m) 本段为松柏类花粉曲线的下降阶段,其含量由 22% 降至 12%,最明显的是松粉从 9.2% 降至 3.2%,其余分子数量不多。相对地蕨类孢子在本段中含量较高,占 6% 左右。被子植物中含量较多的有: 栎类 (24—27.6%)、栗类 (2.1—6%)、蔷薇科类 (6.4—8.2%)、山核桃属 (3.2—5.6%)、草本类 (9% 左右)、三沟类 (5% 左右)。其它如木犀科类、网面三孔沟类、豆科类、桤木属、桦属、榛属、榆属、胡桃属和枫香属等都有连续分布,含量一般为 2—3%,不超过 5%;零星见到的有朴属、杜鹃属、菱属、柳叶菜科和狐尾藻等。另外,藻类分子盘星藻和卵形孢常存在,有时是很丰富的。

2 段 (井深 110—34m) 本段蕨类孢子的含量在本钻井剖面最低,松柏类花粉曲线又出现一个小高峰,和前一段有区别。松柏类中,除松粉的含量一直较高外,其余分子都出现了一个小峰曲线,其曲线形状和松柏类的总曲线是一致的。被子植物的栗类、蔷薇科类、草本类等的含量较前一段有所下降,而榛属、榆属、胡桃属、山核桃属和枫香属等较前一段略有增加,其余的几乎没有变化。零星见到的有朴属、杨梅属、杜鹃属和狐尾藻等。盘星藻偶见。

3 段 (井深 34—9m) 本段的孢子曲线有增长的趋势,松柏类呈现一个小高峰曲线。松柏类中,除云杉粉的含量达到 4.6%,为本钻井剖面最高点,铁杉粉也可达 4.6% 外,其余的曲线和前二段没有什么区别。被子植物中曲线上升的有栗类 (达 3.3%)、木犀科类 (达 6%)、豆科类 (达 5.3%)、桤木属 (达 4.7%)、榛属 (达 4.7%) 等,曲线有下降趋势的为胡桃属、山核桃属和草本类,零星见到的有杨梅属、狐尾藻和眼子菜等,其它分子无甚变化。此外,盘星藻较常遇到,在个别层位中较丰富。

4 段 (井深 9m) 孢子在本段又有所增加,达 12%,为本钻井剖面之最高值,其中主要是光面单缝孢类 (达 7.8%)。松柏类的总曲线下降,其中除铁杉粉和冷杉粉的曲线稍有升高外,其它均趋于下降。被子植物中,曲线下降的有栎类 (至 12.7%)、桤木属 (1.4%)、桦属 (0.7%)、胡桃属 (0.7%) 和山核桃属 (1.4%),曲线上升的有栗类 (达 4.9%)、木犀科类 (5%)、豆科类 (6.3%)、榛属 (6.3%)、枫香属 (2.1%)、草本类 (8%) 和三沟类 (7.8%) 等,但朴属、杨梅属、杜鹃属和狐尾藻等未见。此外,藻类盘星藻和卵形孢也未出现。

表3 2214 钻井孢粉统计表
(Showing Spore-pollen numbers and their percentages of Borehole 2214)

[illegible]

Myrtaceae	5(3.5)	4(2.7)	4(2.7)	3(2.0)	3	1(0.6)	4(2.6)	8(6.4)	11(8.2)	8(6.4)	11(7.3)
Rosaceae	9(6.3)	4(2.7)	8(5.3)	4(2.7)	4	5(3.0)	6(4.0)	5(4.0)	5(3.7)	4(3.2)	4(2.7)
Leguminosae	2(1.4)	7(4.7)	4(2.7)	2(1.3)	4	4(2.4)	3(2.0)	2(1.6)	2(1.5)	2(1.6)	2(1.3)
<i>Alnus</i>	1(0.7)	6(4.1)	6(4.0)	5(3.4)	5	5(3.0)	5(3.3)	4(3.2)	3(2.2)	4(3.2)	3(2.0)
<i>Betula</i>	9(6.3)	4(2.7)	2(1.3)	7(4.7)	2	4(2.4)	4(2.6)	4(3.2)	2(1.5)	1(0.8)	2(1.3)
<i>Corylus</i>	1(0.7)	3(2.0)	3(2.0)	1(0.7)	3	7(4.2)	4(2.6)	1(0.8)	2(1.5)	1(0.8)	2(1.3)
<i>Juglans + Pterocarya</i>	2(1.4)	2(1.34)	4(2.7)	7(4.7)	5	9(5.5)	7(4.6)	7(5.6)	5(3.7)	4(3.2)	6(4.0)
<i>Carya</i>			1(0.7)				1(0.6)		2(1.5)		
<i>Celtis</i>		4(2.7)	4(2.7)	4(2.7)	2	3(1.8)	6(4.0)	3(2.4)	4(3.0)	4(3.2)	4(2.7)
<i>Ulmus + Zelkova</i>		2(1.36)	2(1.3)			1(0.6)					
<i>Myrica</i>						1(0.6)		1(0.8)			
Apocynaceae						1(0.6)					
<i>Tilia</i>						1(0.6)					
<i>Liquidambar</i>	3(2.1)	3(2.0)	1(0.7)	1(0.7)		4(2.4)	3(2.0)	1(0.8)	2(1.5)	1(0.8)	2(1.3)
Magnolia + Monocarpate type											
Labiatae	3(2.1)		1(0.7)	2(1.3)	1	4(2.4)	2(1.3)	6(4.8)	4(3.0)	7(5.6)	3(2.0)
Cruciferae	5(2.1)	3(2.0)	7(4.6)	3(2.0)	7	2(1.2)	2(1.3)	2(1.6)	2(1.5)	3(2.4)	3(2.0)
Compositae	1(0.7)				1						
Polygonaceae					1	1(0.6)			1(0.75)		
Umbelliferae				1(0.7)							
Ranunculaceae	4(2.8)	4(2.7)	5(3.3)	4(2.7)	3	4(2.4)	3(2.0)	3(2.4)	3(2.2)	3(2.4)	2(1.3)
Tricolpopoll.	11(7.8)	7(4.7)	8(5.3)	7(4.7)	6	8(4.8)	10(6.6)	4(3.2)	9(6.7)	6(4.8)	7(4.7)
<i>Myriophyllum</i>		1(0.67)	1(0.7)			1(0.6)		3(2.4)			
Oenotheraceae											1(0.6)
Gramineae + Cyperaceae		2(1.34)	3(2.1)	1(0.7)	1	4(2.4)	1(0.6)	1(0.8)	1(0.75)	1(0.8)	4(2.7)
Caryophyllaceae + <i>Chenopodium</i>						1(0.6)		1(0.8)			
<i>Rhododendron</i>						1(0.6)					4(2.7)
<i>Typha + Potamogeton</i>			1(0.7)	1(0.7)							
<i>Tiapa</i>											
Sum Total	142	147	151	148	99	165	150	125	134	125	151
<i>Pediastrum</i>		++			+			+	++	+	+
<i>Ovoidites</i>								+	+	+	+
<i>Psiloschizosporis</i>								+	+	+	+
others								+	+	+	+

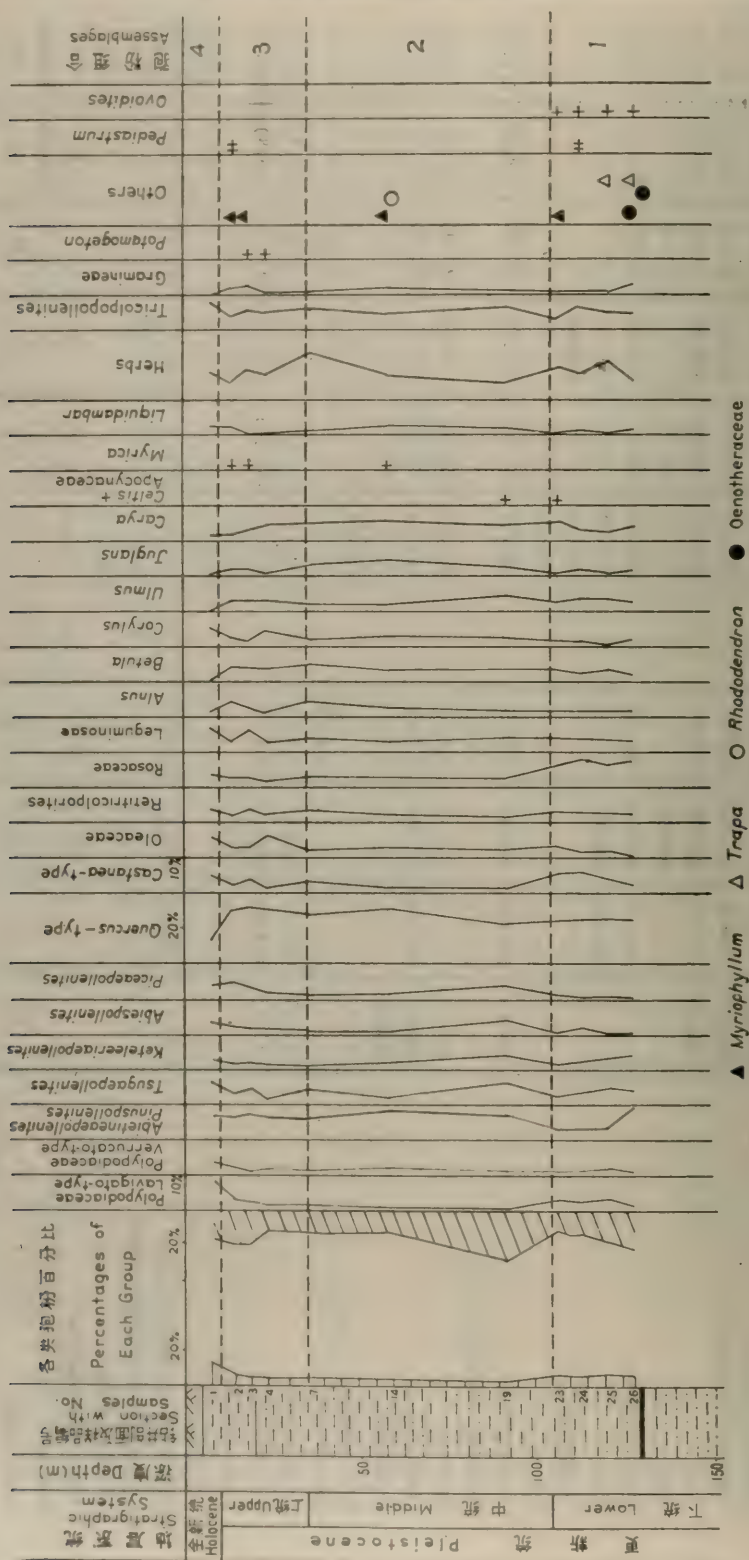


插图 3 2214 钻井孢粉图式 (The Spore-pollen Diagram of Borehole 2214)

(四) 各钻井剖面孢粉组合的对比及其组合带和亚带的划分

上述三口钻井剖面孢粉组合的划分及其特征的阐述，明显地反映出它们之间的相互关系。笔者对各钻井剖面孢粉组合的对比、及昭通地区有关地质时期综合的孢粉组合带及亚带的划分提出如下的初步意见（表 4）。

表 4 昭通地区各钻井剖面孢粉组合的对比及其孢粉组合带和亚带
(Showing the correlation of palyno-assemblages among three boreholes
and their palyno-assemblage and palyno-subassemblage zones in Zhaotong
County)

钻 井 组合带和亚带	705	3411	2214
草本植物花粉优势组合带 IV	孢粉组合 IV	孢粉组合 III	4 段
松科花粉 优势组合 带 III	孢粉组合 III { 亚组合 III ₃ 亚组合 III ₂ 亚组合 III ₁	孢粉组合 II { 亚组合 II ₃ 亚组合 II ₂ 亚组合 II ₁	3 段 2 段 1 段
孢子优势 组合带 II	孢粉组合 II { 亚组合 II ₃ 亚组合 II ₂ 亚组合 II ₁₋₂ II ₁₋₁	孢粉组合 I { 亚组合 I ₃ 亚组合 I ₂ 亚组合 I ₁	
孢粉贫乏带 I	孢粉组合 I		

上列孢粉组合带和亚带的特征综合叙述如下(自下而上):

1. 孢粉组合带 I 即 705 钻井剖面的孢粉组合 I, 出现于 438—410m 之间。此段的孢粉化石较为贫乏, 大致特征是: 蕨类孢子和松柏类花粉的数量都不多; 松柏类的冷杉粉和云杉粉未出现, 松粉、铁杉粉和油杉粉少量出现。被子植物的类型不多, 主要是栎类、栗类和网面三孔沟类等, 草本类的含量也较少。零星见到狐尾藻和藻类分子卵形孢等。

2. 孢粉组合带 II 包括 705 钻井剖面的孢粉组合 II 和 3411 钻井剖面的孢粉组合 I。这一组合带以蕨类孢子含量很高为特征, 容易和其上、下组合带区别。蕨类孢子的含量曲线在本组合带出现了 3, 4 个高峰值, 结合其它特征, 这一孢粉组合带还可分为如下三个组合亚带:

1) 组合亚带 II₁ 包括 705 钻井的 II₁₋₁ 和 II₁₋₂ 亚组合以及 3411 钻井的 I₁ 亚组合。这是蕨类孢子曲线的下部高峰值的范围, 其最高值达 60% 和 44%, 一般也在 20% 以上, 光面单缝孢类和瘤面单缝孢类均出现了高峰值。松柏类花粉在本亚带的含量很低, 一般为 5—10%, 不超过 10%, 除松粉和油杉粉有少数分布外, 其它分子只有零星出现, 甚至缺乏。被子植物中出现栎类 (一般 20% 左右)、栗类 (5—8%)、木犀科类 (6—8%)、

豆科类(2—4%)、榆属(1—4%)、山核桃属(2—4%)等,但桤木属、桦属、朴属、杨梅属以及榛属或胡桃属未见或仅零星分布。草本类的含量多少不定,和三沟类合在一起其含量可出现高值。零星见到的还有禾本科、杜鹃属、眼子菜及狐尾藻等。藻类的卵形孢间或见到。

2) 组合亚带 II_2 包括 705 钻井的亚组合 II_2 和 3411 钻井的亚组合 I_2 。这一亚带的比较突出特征是被子植物的类型比较丰富,其含量相对地比较高,曲线也较明显。其中栎类的含量一般低于 20%,也有达 26% 的,栗类一般为 2—4%,可达 8%,木犀科类可达 10% 和 12.8%,蔷薇科类达 12.9%,豆科类达 7—8%,榛属可占 10%,桤木属(达 8%)、桦属、朴属和杨梅属等自本亚带开始才比较连续出现并占有一定含量。其中朴属和杨梅属只多出现于本亚带(或从前一组合亚带的上部延续到下一组合亚带的下部),在其它亚带不出现或零星分布。草本植物在本亚带也是很发达的,草本类和三沟类的含量很高。蕨类孢子很多,在亚带中部达 40% 和 46%,主要是光面单缝孢类,瘤面单缝孢类偶尔也很多。松科各类分子均有分布,松粉和油杉粉的含量略多,其余的都很少。此外,零星见到柳叶菜科和狐尾藻花粉。藻类的卵形孢和光对裂孢经常见到,有时很丰富,四凹藻(*Tetrapidites*)的标本个别见到。

3) 组合亚带 II_3 包括 705 钻井的 II_3 和 3411 钻井的 I_3 亚组合。蕨类孢子的含量在本亚带的下部仍很高,可达 40% 或 50%,主要是光面单缝孢类,瘤面单缝孢类很少;在其上部则迅速减少。松科的含量比前一亚带的低,松粉、铁杉粉和油杉粉的含量有所降低。被子植物的情况比较复杂,其主要分子如栎类、木犀科类、网面三孔沟类、蔷薇科类、榆属、山核桃属、草本类和三沟类等的含量都显示了下降的趋势,而栗类、豆科类、桤木属、桦属和榛属等在各处情况不一,有增也有减;朴属和杨梅属在下部继续分布,在某些层位还见到菱属的个别花粉。总的来看,本亚带的松科和被子植物的数量较前一亚带的少。藻类分子卵形孢和光对裂孢在某些地区十分发育,但下一孢粉组合带经常存在的盘星藻在本亚带未见或个别见到。

3. 孢粉组合带 III 包括 705 钻井的孢粉组合 III、3411 钻井的孢粉组合 II 和 2214 钻井的 1—3 段组合。本组合带以蕨类孢子的含量低和松柏类花粉的含量高以及栎类的数量有所增加等为特征,易于和前一组合带区别。松柏类的含量曲线出现了三个高点,结合其它特征,本组合带似乎也可分为如下的三个亚组合带:

1) 组合亚带 III_1 包括 705 钻井的 III_1 和 3411 钻井的 II_1 亚组合及 2214 钻井的 1 段组合。这一亚带的特征是蕨类孢子含量较前一组合带明显下降,松柏类花粉曲线逐渐增加,在达到一高峰后又迅速低落。松柏类的松粉、铁杉粉、冷杉粉和云杉粉的数量均有增加,在曲线上各自形成不同程度的高点。被子植物的栎类和草本类的含量也有不同程度的增加,其余分子的增减情况不一。如木犀科类、网面三孔沟类、桤木属、桦属和榛属等在 705 钻井中有所增加,但在 3411 钻井中反而减少。朴属、杨梅属、枫香属、杜鹃属、狐尾藻和柳叶菜科等分子只零星见到,菱属的个别花粉在各钻井的本亚带底部均可找到。藻类分子盘星藻从本亚带开始在昭通地区才广泛分布,卵形孢也是很丰富的,个别地区还见到葡萄藻的少许标本。

2) 组合亚带 III_2 包括 705 钻井的 III_2 , 3411 钻井的 II_2 亚组合和 2214 钻井的 2

段组合。本亚带蕨类孢子的含量进一步减少,为各钻井的最低值。松柏类有所增加,其曲线均不同程度地表现了一个高峰值,尤其是铁杉粉、冷杉粉和云杉粉等,铁杉粉在个别地区可达 22.6%,冷杉粉和云杉粉也可达到 5—7%。被子植物的情况和前一亚带的无明显差异,曲线也大致相仿;仅网面三孔沟类在个别层位从 2% 剧升到 10—11.9%,桤木属从 14.2% 突降至 2%,这可能是偶然因素造成的结果。朴属和杨梅属不经常出现,枫香属、杜鹃属和狐尾藻只零星见到。藻类的盘星藻和卵形孢仍常常出现,还见到葡萄藻的少许标本。

3) 组合亚带 III₃ 包括 705 钻井的 III₃ 和 3411 钻井的 II₃ 亚组合及 2214 钻井的 3 段组合。本亚带的孢子含量也不多,在其上部有所增加。松柏类又出现一次增长,其曲线形成一次高峰,铁杉粉、冷杉粉和云杉粉在有不同程度的增加后,又逐渐减少;铁杉粉的含量在某些层位高达 24%,为研究剖面上的最高值;冷杉粉和云杉粉的含量也可达 8% 左右。被子植物分子的曲线是由前一亚带延续而来,其间无明显的不同。但栎类含量在其上部有些下降,豆科类和榆属在一些层位增加到 12% 和 8% 左右,桤木属有时增至 5%,桦属在其上部达 7%,草本类和三沟类在其上部明显增加。在个别地区,盘星藻在本亚带颇为发达。

4. 孢粉组合带 IV 本组合带包括 705 钻井的孢粉组合 IV、3411 钻井的孢粉组合 III 及 2214 钻井的 4 段组合。此组合带的资料以 3411 钻井的较为完全,其它二井的只有一块样品的材料,但却表现了相同的特征。这一组合带的最主要特征是:栎类的含量明显下降,而草本类和三沟类相应地显著增加;蕨类孢子含量又开始增加,最高达 35% 左右,后又减少,光面和瘤面单缝孢类均是先增加而后又减少;松柏类花粉曲线是先下降并出现一个小谷线,然后又升高,主要是松粉,其它分子只零星出现或缺乏。被子植物的栗类、木犀科类、网面三孔沟类、蔷薇科类、豆科类以及桤木属、桦属、榛属、榆属、山核桃属、胡桃属、枫香属和禾本科等或多或少都存在,但均未占较重要位置。藻类分子盘星藻和卵形孢在某些地区是很发育的,环纹藻 (*Concentricyst*) 仅见到个别标本。

总结上述情况得出的初步结果是:蕨类孢子的含量在孢粉组合带 I 可能是不高的,当进入组合带 II 时便明显增加,并出现三个较高值,进入组合带 III 时又一直处于最低的位置,向组合带 IV 过渡时又开始增加,此时再获得一个高值。松柏类(主要是松科)的情况却不同,其含量从组合带 I 一直至组合带 II 都是很低的,仅在组合带 II 的中部略有增加,至组合带 III 才有突出的增加,并有不同程度的三个波峰曲线,到组合带 IV 又有所下降。被子植物的种类很多,情况较为复杂,总的来看其成分在组合带 I 不很多,进入组合带 II 后逐渐多起来,至组合亚带 II₂₋₃ 达到了丰富程度,随后又逐渐衰落。栎类的发展经历了由少(组合带 I)—多(组合带 II)—较丰富(组合带 III)—少(组合带 IV)的过程;草本植物(包括草本类和三沟类)的发展过程是少(组合带 I)—丰富(组合带 II)—较多(组合带 III)—丰富(组合带 IV)几段,虽然各段和组合带的界限并非完全吻合,但至少可以看出如此的发展趋势。特别有趣的是,菱属的少数标本目前只在组合带 II、III 交界处发现。藻类的卵形孢和光对裂孢在几口钻井剖面上均有发现,且有时是很丰富的,但盘星藻却多在组合带 III 和 IV 出现;另外,环纹藻见于组合带 IV,葡萄藻出现于组合带 III 的中下部,四凹藻在组合带 II 中部找到。

据此,笔者称组合带 I 为孢粉贫乏带,组合带 II 为孢子优势带,组合带 III 为松科花粉优势带和组合带 IV 为草本植物花粉优势带,以突出各自的特征,便于互相区别。

上述各孢粉组合带和钻井剖面地层的关系是这样的: 孢粉组合带 IV 一般代表粘土层,组合带 III 包括褐煤层之上的杂色粘土层、砂质粘土层和泥质粉砂层等层,组合带 II 包括褐煤层、褐煤层和杂色粘土层及砂质粘土层互层等,组合带 I 代表褐煤层之下的部分砂质粘土层。其下之细砂、粘土及砾石和砂质粘土层等未作孢粉分析。

四、孢粉组合带的地质时代

为了确定各个孢粉组合带的地质时代,下面几个问题需要首先讨论,因为这些问题对其地质时代的确定是很有帮助的。

1. 陆相第三系与第四系(即上新统与更新统)的分界问题

第 18 届(1948 年)国际地质会议建议,上新统与更新统间界线应以海相动物群的变化为基础来划分,并应把海相层卡拉布里亚阶(Calabrian)和与其相当的陆相层维拉弗朗阶(Villafranchian)都归入下更新统;同时提出其间界线应划在意大利晚第三纪第一次反映气候明显恶化的层位处。但其后的实践证明,意大利的卡拉布里亚阶并不完全相当于陆相的维拉弗朗,前者只相当于后者的上部。

古植物学者过去将西欧荷兰的雷维尔(Reuver)和梯格里(Tiglian)植物群都归入上新世,通过孢粉分析研究(Zagwijn, 1960, 1974)两者是不同的。前者的成分中,东亚和北美分子(包括 *Sequoia*, *Taxodium*, *Sciadopitys*, *Nyssa*, *Liquidambar* 等)占有显著位置,约为种数的 50%。而后者中,却只有 *Tsuga*, *Pterocarya*, *Carya*, *Eucommia* 等东亚和北美分子,约占 15%;同时还有泛北极的新分子出现,它们在前一植物群中未曾发现。这种植物群成分的变异古植物学者一般认为是由于气候变冷促成的,并把反映这一气候变冷的时期称为前梯格里期(Pretiglian)(Zagwijn, 1974)。依据第 18 届国际地质会议提议的晚第三纪以来气候第一次明显恶化(变冷)时期的地层应为上新统与更新统间的界线,从古植物学的观点出发,西欧地区上新统与更新统的界线应划在雷维尔期和前梯格里期的地层之间。据现有资料,气候的波动自晚第三纪中期就已开始,此时对其生物群的影响并不很明显,植物群成分似乎没有明显变化。因此,第 18 届国际地质会议所提议的晚第三纪以来的第一次气候恶化,必须是比当地目前的气候要冷,并影响了植物群组成的变化。前梯格里期的气候就是这样的。

这种划分上新统和更新统界线的气候标志,在西欧和北美都被广泛采用。通过近年来孢粉分析研究,这一气候标志在我国各地也有发现。如在我国华北各地的上新统(三趾马红土层)和下更新统(泥河湾组、游河组、下三门组等)之间,孢粉组合的成分就有明显的变化,后者以含多量的云杉、冷杉和松等花粉区别于前者,显示了气候的变冷。同样的事实在华东等地也可发现。因此,依这一气候变冷的标志来划分我国上新统和更新统的界线也同样适用。目前看来,这是划分这一地质界线行之有效的手段之一。因为气候的变化往往是大面积的,涉及的范围较广,虽然各地的变化强度可能并不一致,但其影响却多

少均有所波及。因此,气候标志就有了在大范围内作地层对比的基础。

现在来看看昭通地区孢粉组合带的变化以及所反映的气候变动情况。如前所述,昭通晚新生代的孢粉组合可以分为带 I 孢粉贫乏带、带 II 孢子优势带、带 III 松科花粉优势带和带 IV 草本植物花粉优势带等。从带 II 的以蕨类孢子占优势的组合向带 III 的以松科花粉占优势的组合的变化似乎并不只是表明当地沉积环境的改变,而更主要的是表明了气候的变化。因为,在所划分的孢粉组合带 II、III 的交界处,松科花粉,尤其松粉、云杉粉和冷杉粉有较多的增加;在其界线附近一些温带分子,如桉木属、桦属和榛属等都有了不同程度的增加,一些喜暖分子如夹竹桃科的 *Parsonsia*, *Microchites*, *Ecdysanthera* 和 *Myrica* 等大多消失或呈零星分布。另外,还有五加科、芸香科和大戟科的一些分子(如 *Antidesma* sp., *Microdesmis casdarifolia*, *Adina* sp., *Decaspermum gracilentum*, *Rhodomyrtus tomentosa*, *Casearia villilima*, *Phyllanthus flexuosus*, *Liriodendron chinensis*, *Erioglossum rubiginosum*, *Mischocarpus* sp., *Corylopsis* sp.), 在其界线之下较连续分布,在其上则很少见到或只零星出现。这都说明了,气候在这一界线附近的变化,使一些植物在气候变化后的环境中不能生存而消失,促使了植物群成分的改变。这一次的气候变动是昭通地区晚第三纪以来最显著的一次。按照第 18 届国际地质会议所提议的并已为广大的地质工作者所采用的、晚第三纪以来第一次反映气候明显变冷的层位即为第四系下界的事实,笔者认为昭通地区第三系和第四系间,即上新统和更新统间界线就在孢粉组合带 II、III 间。那就是说,孢粉组合带 II 的地质时代属于上新世,带 III 则属于更新世。而带 III 中松柏类(主要为松科)花粉曲线一直处于高的含量并有 3—4 次起伏,这与更新世时期冰川的发育和冰期气候的发展似乎并不是没有任何关系的。

2. 更新统与全新统的划分问题

这一问题也是众说纷纭,有人认为全新世的地质时期长为一万年,有人认为比一万年长,所以其界线未能确切划定。这可能和不同地区接受冰期气候的先后及其影响强弱的不同有一定关系。但全新世为冰期气候基本结束后的一段地质时期,这一看法目前是得到公认的。

全新世的划分在西欧有布利特-色南德尔等的前北方期、北方期、大西洋期、亚北方期和亚大西洋期等气候期;在苏联有涅依什塔特的古、早、中和晚全新世各期。这些分期所代表的气候特征是:由初期的气候开始好转、进而至中期(大西洋期)的湿而暖的气候、后又逐渐转向不利的变化过程。全新世气候的如此变化不只在欧亚大陆许多地方有所表现,就是在北美洲也得到证实(Peterson et al., 1979)。因此,它显示了全球性的特征,至少在北半球是这样的。

全新世时期气候由寒变暖、而后又逐渐变凉的过程在我国许多地区也得到证实。例如我国辽宁南部全新世的孢粉组合由早期的桦属花粉优势带、中期的阔叶树花粉优势带和晚期的针阔叶树花粉混合带等组成(陈承惠等, 1965);华北和华东广大地区的全新世却是以早期的松和桦为主、中期的栎为主和晚期的松与栎为主的孢粉组合为代表(刘金陵等, 1965, 1977)。这种以阔叶树花粉优势带或以栎为主的孢粉组合代表了全新世的最宜气候,便是很好的例证。这样的气候变化事实从北起我国黑龙江三江平原(王曼华等,

1982)、南至贵州省惠水流域(林绍孟等, 1982)、东及黄海海域(徐家声, 1982)等地区都有发现, 这充分说明了全新世时期我国广大地区气候变化的广泛性和一致性。

本文研究的昭通地区的孢粉组合带 IV, 即草本植物花粉优势组合带的特征是: 开始是松柏类花粉的曲线下降和蕨类孢子的曲线升高, 接着, 前者的曲线降至谷底而后者的曲线升为高峰, 其后前者的便逐渐回升而后者反而迅速下降, 构成了一个较典型的变化曲线。虽然目前分析研究的这一组合带的样品还不多, 但其孢粉成分的曲线变化和我国广大地区、甚至北半球许多地区全新世气候变化的规律相一致, 看来这不是偶然的巧合, 而是全新世气候变化规律的反映。因此, 昭通地区第 IV 孢粉组合带的地质时代应属于全新世。

还要提到的是, 这一组合带的特征除前述的孢子和松柏类花粉曲线的总变化外, 松柏类主要是松粉, 其它分子几乎很少发现; 被子植物的柞类含量明显下降, 仅占 20% 左右, 草本植物的成分十分丰富, 还有栗类、网面三孔沟类、豆科类、胡桃科和榛属等分子。这类组合所反映的植被特征和昭通地区目前的植被类型——“滇东北高原高、中山云南松林羊草草甸亚区”的特征是基本符合的, 这更说明了这类组合的全新世的时代特点。

为了说明昭通地区孢粉组合带 IV 的各类分子曲线变化的可靠性, 不妨再引证一些较云南地区更偏南地点的例子。印度尼西亚苏门答腊中部 Danau Padang 地区的孢粉分析研究表明, 在全新世时期植被有两次明显的变化: 第一次植被的变化是在距今 10000 和 8600 年之间, 据说和气候的波动有关; 第二次是在距今 4000 年左右, 据说和人类的开发活动有关。这后一次植被的变化证据在西爪哇也有发现, 但时间却为距今 5000 年。相当于第一次植被的变化在新几内亚也得到证据 (Morley, R. J., 1982)。美国夏威夷的全新世植被依据孢粉分析可分为三个发展阶段 (Selling, O. H., 1947)。在目前热带地区的苏门答腊和夏威夷, 全新世时期植被都有较明显的变化, 何况目前地处亚热带的云南昭通地区, 其植被演变所反映的气候变化当然更为显著。因此, 昭通孢粉组合带 IV 中各类成分曲线的变化提供了当地全新世时期气候变化的重要资料。

还值得探讨的是所研究剖面中是否含有中新世的孢粉组合, 也就是中新统在昭通地区的第三系是否存在? 这一问题可以通过分析一些地区中新世—上新世的植物群和孢粉组合的演替情况来说明。

日本晚第三纪植物群的研究是比较详细的。从晚中新世 Mitoku-type 植物群向早上新世 Shinjo-type 植物群的演变表现在后一植物群中松柏类属种的逐渐增多, 以及暖温带和外来分子的相应减少 (Tanai, 1961)。日本晚第三纪植物群的变化反映在气候上是: 晚第三纪初期的气温比较低, 接着逐渐升高, 至中新世中期达到晚第三纪的最暖期, 其后又逐渐降低, 至上新世晚期的冰期气候 (Tanai, 1972)。

我国南海地区的孢粉分析表明, 中新世和上新世的孢粉组合是逐渐变化的。中新世孢粉组合是以一些热带分子, 如海桑科 (Sonneratiaceae)、红树科 (Rhizophoraceae) 等的存在, 以及松柏类和草本植物类型不多为特征, 而上新世孢粉组合则是以栗属、水龙骨科 (光面单缝孢类) 和草本植物花粉的数量较多区别于前者 (《南海北部大陆架第三纪古生物图册》, 1981; 张一勇, 1981)。

西藏南木林的上第三系分为乌龙组、当金堂组和才多组。乌龙组的地质时代为中新世, 孢粉组合是被子植物花粉占 50—80%, 孢子和松柏类花粉的数量大体相当。被子植

物中以栎属为主(占 20—30%), 还有桦科(2—10%)、山核桃属、椴属、栗属和枫杨属等; 在其上部, 草本植物成分有所增加。松柏类以松属(占 3—18%) 为主, 罗汉松属(占 4.6%)、雪松属(有时达 11.5%)、铁杉属和杉属等也有存在。孢子是以光面和瘤面的单缝孢类为多。而时代属于上新世的当金堂组和才多组的孢粉组合却以松科占显著位置(40% 左右)、草本植物花粉众多(10% 以上) 为其特征。松科包括了云杉属和冷杉属等, 草本植物的种类较为复杂(宋之琛等, 1982)。

上述情况表明, 由于北半球气候自中新世中期后开始逐渐恶化, 进入上新世则更为明显, 所以上新世植物群较中新世的单调, 喜暖分子减少, 而喜温的泛北极分子普遍存在。在孢粉组合中, 上新世的面貌应该是以松柏类花粉普遍存在、被子植物的温带分子尤其是草本植物分子占有较显著的位置、水龙骨科孢子较丰富等为其特征。

昭通地区孢粉组合带 II 以光面单缝孢类十分丰富、松柏类花粉有一定含量(5—15%)、被子植物的栎属的数量较多(20% 左右)、桦科存在和草本植物类型的大量出现等特征与我国南海大陆架上新世和西藏南木林当金堂组及才多组的孢粉组合均有许多相似之处, 所以属于上新世是完全可能的。至于孢粉组合带 I, 其以孢子和松柏类花粉含量都不高、草本植物类型也不多等和我国南方上新世孢粉组合并不相同。由于这一孢粉组合带的分子比较贫乏, 目前要确定其地质时代为中新世还嫌资料不足, 这一问题只有待将来资料进一步补充后才能解决。笔者暂认为, 这一孢粉组合带的地质时代早于上新世, 有属于中新世的可能。

归纳起来, 昭通地区各孢粉组合带的地质时代可以确定为:

带 IV (草本植物花粉优势组合带)	全新世
带 III (松科花粉优势组合带)	更新世
带 II (孢子优势组合带)	上新世
带 I (孢粉贫乏带)	上新世前, 中新世?

这里需要提一下关于孢粉组合带 II 和 III 所划分的亚带的时代意义。带 III 的三个亚带是依据松科花粉曲线的三个高峰而划分的, 这和气候的变动显然有密切关系。带 III 的松柏类花粉曲线与杨怀仁和徐馨(1980) 所编辑的“中国第四纪自然环境演变综合对比表”中的气候变化曲线有些相似, 所以带 III 的三个亚带很可能代表了早、中、晚更新世。孢粉组合带 II 的各亚带, 也是根据孢子和松柏类花粉曲线的变化关系而划分的, 可能也代表了气候变化的特征, 尤其当从亚带 II₂ 进入亚带 III₃ 时, 褐煤的沉积环境似乎没有多大改变, 但孢粉组合却有不同, 一些分子有所减少。因此, 笔者认为孢粉组合带 II 的各亚带同样具有地质时代的意义, 即各为早、中、晚上新世。

和昭通的孢粉组合带可以对比的有云南昆明松华盆地和元谋元谋组的孢粉资料。

昆明松华盆地褐煤煤田的孢粉分析由李文漪等(1978) 研究。其孢粉组合由下而上分为四个阶段: 第一阶段, 北方温带属占优势, 以松属和栎属为主, 各占 15—40% 和 10—20%, 栗属也可占 20% 左右, 胡桃属最高达 10%, 桦科除柃木属在上部增至 5% 外, 其它属均零星见到。松柏类的云杉属和冷杉属很少, 而铁杉属占 8%, 还有罗汉松属、雪松属和油杉属等。另外, 冬青属、山核桃属、杨梅属、五加属和槲木属等也有一定数量。这一阶段代表着有利于喜湿热植物发展的气候因素在增强。第二阶段是温带分子发展平常,

亚热带成分种类繁多,占优势。山毛榉科占40%,海桐花、漆树和山矾等的数量有所增加。这代表了喜湿热成分的增加,反映了温度和湿度的增大。第三阶段是喜湿热分子继续发展,种类仍然很多;温带分子仍以松属和栎属为主,桦属有时较多,在顶部云杉属和冷杉属出现较多些;另外,蕨类孢子和草本植物花粉也有所增多。第四阶段是喜暖成分有所减少和某些温带分子迅速增多,尤其松柏类云杉属和冷杉属出现了高峰,油杉属和铁杉属含量也不低,草本植物花粉含量显著增多。原作者将第一阶段的地质时代定为中新世晚期—上新世早期,第二和第三阶段为上新世,第四阶段为早第四纪。

昭通地区比昆明松华盆地纬度偏北约 2° ,其植物群的成分可能较后者单调,但两地因受气候控制所引起的植物群演变的阶段性应该是大体可以比较的。笔者认为,松华盆地孢粉组合的第四阶段和昭通的孢粉组合亚带 III₁ 相当,其第二阶段和昭通的组合亚带 II₃ 可以对比,而其第一和第二阶段与昭通的组合亚带 II₂ 和 II₁ 上部可能可以对比。若这种对比关系是可信的话,那么松华盆地孢粉组合的第一、二及三阶段均应属于上新世,第四阶段的地质时代为早更新世。目前在松华盆地所钻过的地层可能尚未涉及到中新统。

元谋组分为四层,在其下部一和二层内含有褐煤和黑色含腐殖粘土,其上部两层(三和四层)为粘土和砂质粘土层等。元谋组的孢粉分析由孙孟蓉等研究,划分为五个孢粉组合,其特征为:

组合 V (相当于元谋组第四层) 孢粉少,有松属、栲属和松科,与当地现代的气候相似。

组合 IV (相当于第三层至第二层顶部) 以松属 (22—65%)、榆属 (16%)、桦属 (12%) 等为主,亚热带及热带分子有所减少。

组合 III (相当于第二层上部) 以松属 (13—49%)、山毛榉科 (13%)、桦科 (6%)、榆科 (1—6%) 为多,亚热带及热带分子在底部较多,向上减少。松柏类以泪杉属 (9%) 和罗汉松属 (6%) 为多。

组合 II (相当于第二层中部) 以山毛榉科 (39%)、桦属 (10%)、云杉属和冷杉属 (15%) 为代表,热带和亚热带分子仍有出现。

组合 I (相当于第二层下部) 以山毛榉科 (21%)、桦属 (5%) 为多,热带及亚热带分子不少,有松柏类的雪松属 (10%) 及杉属等参加。

元谋组的地质时代,依据同位素的鉴定 (距今 3.1—2.1Ma) 以及脊椎动物化石的研究等,定为第四纪早更新世 (浦庆余等, 1977)。

元谋组孢粉组合 I 和昭通地区孢粉组合亚带 II₃ 有一定相似性,其它的组合由于松科花粉的含量高和昭通地区孢粉组合带 III₁ 可以比较。从孢粉组合来看,元谋组似乎并不全属于更新统。例如含孢粉组合 I 的第二层,因和昭通地区孢粉组合带 II₃ 可以对比,就有可能属于上新统。从元谋盆地褐煤层中发现的 *Enhydriodron* sp. 化石,确定了广义元谋组下段属于晚上新世 (Liu et al., 1982), 佐证了昭通地区孢粉组合带 II₃ 属于上新世的可信性,同时说明了孢粉分析在对比地层和鉴定其地质时代上的可靠性。

我国渭河盆地 (孙秀玉等, 1980) 及江苏北部和黄海地区 (郑亚惠等, 1981) 的上第三系和第四系都作过孢粉分析研究,从其孢粉图式上可以看出,松科花粉在第四纪时有一

定增加，蕨类孢子在中新世或上新世较为丰富。但这些地区和昭通地区当前的植被很不相同，推测在上新世及更新世时期上述地区植物群可能也是有一定差别的，因此要具体对比它们的孢粉组合特征目前还是有一定困难的。

日本 (Fugi, N., 1969) 和西欧一些地区 (Jan du Chene, 1974, 1976; Zagwijn, 1974) 有关时期的孢粉图式显示：松科花粉的数量在第四纪时有所增加，这和昭通地区有一定相似，但其它类型，尤其杉科花粉在中新世和上新世孢粉组合中所起的极大作用、冷杉属在晚中新世就有相当数量以及亚热带及热带分子的数量少等都与昭通地区的孢粉组合很不一致。晚第三纪以来，由于喜马拉雅运动所引起的地壳变动及气候的变化，促使了植物区系的进一步分化，各地区植物群更具有各自的特征，欲较远距离地进行其成分的对比似乎愈加困难。本文将不再赘述。

五、孢粉组合带的植物群

昭通地区上新世和第四纪孢粉植物群的成分是十分复杂的，计有下列各类植物：

藻类：绿藻门的 *Pediastrum* (约 11 种类型)、*Botryococcus*，与 *Zygnemataceae* 有关系的 *Ovoidites* (3 种类型)、*Psiloschizosporis* (6 种类型)，以及 *Foveinaperturites* (2 种类型)、*Tetrapidites* (2 种类型)、*Concentricystis* (1 种类型)、*Leiosphaeridia* (3 种类型)、*Comasphaeridium* 等 9 属 30 种类型和一些不定分子。

蕨类(包括苔藓类)：*Sphagnum*、*Lycopodium* (3 种类型)、*Selaginella*、*Osmunda* (2 种类型)、*Lygodium* (2 种类型)、*Hicriopteris* (3 种类型)、*Vandenboschia* (2 种类型)、*Cibotium*、*Pteris* (6 种类型)、*Cheilanthes*、*Onychium* (3 种类型)、*Pellaea?*、*Sinopteris?*、*Cyathea* (2 种类型)、*Leptolepia*、*Humata* (2 种类型)、*Aiaistegia* (3 种类型)、*Davallia* (2 种类型)、*Leucostegia*、*Cystopteris*、*Dryothyrium*、*Arthromeris*、*Drymotaenium*、*Lepidogrammitis*、*Lepisorus* (2 种类型)、*Leptochilus*、*Neolepisorus*、*Pyrrosia* (6 种类型)、*Polypodium* (11 种类型)、*Polypodiaceasporites* (8 种类型) 及未鉴定分子 (4 种类型) 共 30 属 76 种类型。

松柏类：*Podocarpus* 和 *Podocarpidites* (5 种类型)、*Larix* (2 种类型)、*Tsugaepollenites* (13 种类型)、*Pinuspollenites* (10 种类型)、*Abietinaepollenites* (2 种类型)、*Abiespollenites* (7 种类型)、*Keteleeria* (2 种类型)、*Piceapollenites* (5 种类型)、*Cedripites* (2 种类型)、*Pseudolarix* 等 11 属 49 种类型。

被子植物：Fagaceae 的 *Quercus* (6 种类型)、*Fagus*、*Castanopsis*、*Castanea*、*Lithocarpus*，Myricaceae 的 *Myrica* (2 种类型)，Juglandaceae 的 *Annamocarya*、*Carya* (3 种类型)、*Engelhardtia* (2 种类型)、*Juglans*、*Pterocarya* (3 种类型)，Betulaceae 的 *Alnus* (3 种类型)、*Betula* (6 种类型)、*Carpinus* (4 种类型)、*Corylus* (2 种类型)，Ulmaceae 的 *Celtis* (3 种类型)、*Planera* (2 种类型)、*Ulmus* (3 种类型)、*Zelkova* (2 种类型)，Apocynaceae 的 *Microchites* (2 种类型)、*Parsonia*、*Ecdysanthera*、*Wrightia?*，Proteaceae 的 *Lambertia?*，Oenotheraceae 的 *Chamaenerion* 和 *Circaea*，Campanulaceae 的 *Codonopsis?*，Buxaceae 的 *Sarcococca*，Convolvulaceae 的 *Lepistemon*，Polygonaceae 的 *Polygonum* (3 种

类型)、*Rheum*、*Rumex* (2种类型) 和 *Fagopyrum*, *Caprifoliaceae* 的 *Lonicera*、*Weigela*、*Sambucus*、*Viburnum*, *Magnoliaceae* 的 *Liriodendron* 和 *Magnolia*, *Acanthaceae* 的 *Pterocanthus*, *Araliaceae* 的 *Aralia*、*Schefflera* (2种类型), *Euphorbiaceae* 的 *Phyllanthus*、*Mallotus* (2种类型)、*Speranskia*、*Microdesmis* 和 *Antidesma*, *Flacourtiaceae* 的 *Casearia*, *Lardizabalaceae* 的 *Akebia* (2种类型)、*Sargentodoxa*、*Stauntonia*、*Holboella*, *Leguminosae* 的 *Astragalus* 和 *Desmodium*, *Lythraceae* 的 *Lawsonia*, *Myrtaceae* 的 *Decaspermum*、*Rhodomyrtus*、*Syzygium*, *Nyctaginaceae* 的 *Pisonia*, *Rhamnaceae* 的 *Berchemia*、*Paliurus*、*Rhamnus*、*Gouania*, *Anacardiaceae* 的 *Rhus* (2种类型)、*Pistacia*, *Rosaceae* 的 *Spiraea* (3种类型)、*Sorbaria*、*Stephanandra?*、*Rosa*、*Potentilla*、*Stranvaesia*, *Rubiaceae* 的 *Adina* (2种类型)、*Ixora*、*Morinda*、*Tarenna?*、*Hedyotis*, *Rutaceae* 的 *Glycosmis*、*Clausena*、*Pelea* (2种类型), *Sapindaceae* 的 *Dodanaea* (3种类型)、*Erioglossum* (2种类型), *Saxifragaceae* 的 *Deutzia*、*Philadelphus*、*Hydrangea*, *Scrophulariaceae* 的 *Linaria* (2种类型) 和 *Pedicularis*, *Hamamelidaceae* 的 *Corylopsis* 和 *Liquidambar* (2种类型), *Solanaceae* 的 *Lycium* 和 *Nicotiana*, *Styracaceae* 的 *Alniphyllum*、*Styrax*, *Theaceae* 的 *Camellia*, *Elaeagnaceae* 的 *Elaeagnus* (3种类型)、*Hippophe*, *Verbenaceae* 的 *Vitex*, *Umbelliferae* 的 *Cnidium*, *Tiliaceae* 的 *Tilia* (2种类型), *Symplocaceae* 的 *Symplocos* (2种类型), *Aceraceae* 的 *Acer*, *Aquifoliaceae* 的 *Ilex* (2种类型), *Nyssaceae* 的 *Nyssa* (2种类型), *Dipterocarpaceae* 的 *Hopea?*, 以及 *Haloragaceae* 的 *Myriophyllum* (3种类型)、*Typhaceae* 的 *Typha* (2种类型)、*Potamogetonaceae* 的 *Potamogeton*、*Caryophyllaceae* (2种类型)、*Amaranthaceae*、*Gramineae* (2种类型)、*Ericaceae* (4种类型) 等 51 科 106 余属 170 种类型及一些未鉴定分子。

上述各类植物总计为 156 属 325 种类型(相当种)和一些未鉴定分子。下面依次探讨昭通地区各孢粉组合带的植物群。

孢粉组合带 I 的资料十分贫乏,目前暂不讨论它所代表的植物群。

孢粉组合带 II 的植物群在本带、尤其亚带 II₂ 和 II₃ 组合中,被子植物是十分丰富的。只限于本带出现的木本被子植物计有:杨梅科的 *Myrica adenophora*、*M. esculenta*, 胡桃科的 *Engelhardtia* sp., 夹竹桃科的 *Parsonia* sp.、*Ecdysanthera rosea*、*Microchites polyantha*、*wrightia?* sp., 山龙眼科的 *Lambertia?* sp., 忍冬科的 *Lonicera japonica*、*Weigela florida*, 木兰科的 *Liriodendron chinensis*、*Magnolia* sp., 冬青科的 *Ilex asprella*、*I. macrocarpa*, 五加科的 *Aralia* sp.、*Schefflera* sp., 大戟科的 *Phyllanthus flexuosus*、*Microdesmis casdarifolia*、*Antidesma* sp., 大风子科的 *Casaria villilimba*, 桃金娘科的 *Decaspermum gracilentum*、*Rhodomyrtus tomentosa*, 茜草科的 *Adina* sp., 无患子科的 *Dodanaea viscosa*、*Erioglossum rubiginosum*、*Mischocarpus?* sp., 金缕梅科的 *Corylopsis* sp. 等。这些植物目前在云南多有生长,一般多在云南南部,在我国两广一带也有分布。其中的一些种也可分布到中印半岛甚至印度一带。再加上在昭通晚第三纪一直占多数的山毛榉科的 *Quercus* (多种) 和 *Castanea*、*Castanopsis*、*Lithocarpus*、*Cyclobalanopsis* (花粉和 *Quercus* 的相象) 的各种植物,便形成昭通地区上新世的地带植物群。

值得提及的是山龙眼科 *Lambertia?* sp. 的发现。这科植物花粉在云南昆明松华褐

煤田也有发现(李文漪等, 1978, 图版 IV, 图 29)。可见山龙眼科植物花粉在云南的出现决非偶然现象。山龙眼科植物目前分布于南半球。这类分子在云南的发现对云南植物区系研究可能是有意义的。如此的外来分子在蕨类植物中也有发现, 如本文定为 *Leptolepia novae-zelandiae* 和 *Ormopteris gleichenioides* 以及一些未鉴定的分子, 目前我国可能都不生长, 但在第三纪晚期却在我国云南地区分布。

因此, 可以设想, 昭通地区上新世时期的地带性植被和目前云南中部高原盆谷中的地带性植被相像, 基本上为青冈、栲和栎类林, 混杂了前述的分布偏于南部的一些植物, 林下或附近蕨类植物生长茂盛。由于一些绝灭分子(外来分子)和热带分子的存在, 昭通地区上新世的地带性植被比滇青冈、栲类和云南松林的生境可能更适于各类植物的发展。

在地带性植被之上便是以 *Quercus*、*Betulaceae*、*Ulmaceae* 等和 *Pinaceae* (主要为 *Pinus* 和 *Keteleeria*) 为主的混交林分布区。在林下或附近, 一些蕨类和草本植物多有生长。在此植被带之上便是以 *Tsuga*、*Picea* 和 *Abies* 等为主的针叶林区。这种针叶林植被上新世时在昭通地区不很发育, 但也可能生长于离研究区较远的高山区。

在水池中, 除生长有 *Potamogeton* 和 *Typha* 等水生被子植物外, 绿藻植物的 *Spirogyra*、*Zygnema*、*Mougeotia* 和 *Oedogonium* 等都有分布, 有时十分繁盛。

孢粉组合带 III 的植物群从孢粉组合的含量来看, 其地带性植被也是以山毛榉科的各属植物占主要位置, 同时还混生有胡桃科的 *Annamocarya sinensis*、*Carya tonkinensis* (此两种在上新世也有分布)、*Pterocarya paliurus*, 榆科的 *Planera aquatica*、*Ulmus* 各种, 夹竹桃科的 *Microchloa lachnocarpa* (此种在上新世也有分布), 金缕梅科的 *Liquidambar* sp., 黄杨科的 *Sarcococca ruscifolia* var. *chinensis*, 忍冬科的 *Sambucus javanicus*, 大戟科的 *Mollotus apelta*、*Speranskia* sp., 木通科的 *Akebia lobata* var. *australis*、*Sargentodoxa cuneata* (此种在上新世也有分布)、*Stauntonia hexaphylla*, 千屈菜科的 *Lawsonia* sp., 茜草科的 *Ixora* sp., *Morinda umbellata*、*Hedyotis* sp., 芸香科的 *Pelea* sp., 无患子科的 *Dodanaea* sp., 安息香科的 *Alniphyllum* sp., 五加科的 *Schefflera delavayi*, 茶科的 *Camellia* sp. 等。这些植物目前在云南或我国长江流域以南各地多有分布。有上述植物参加的并以山毛榉科各属分子为主组成的昭通更新世植被和目前云南滇中高原盆谷的滇青冈、栲类、云南松林植被相象, 起码在更新世间冰期时期是如此的。至于冰期时期, 由于松科植物的分布面积扩大和分布带的下降, 那时昭通地区的地带性植被和目前以云南松和栎类为主的混交林植被类型相象, 胡桃科和榆科等植物混生其间。此种植被类型很可能是更新世间冰期时昭通地区的第二植被带。在此带之上便是以 *Tsuga*、*Picea* 和 *Abies* 为主的各种针叶林带植被, 其间还生长有桦科、忍冬科和杜鹃属等乔灌木及一些草本植物和蕨类植物。

在各处的水池中, 除了水生草本植物外, 藻类的 *Pediastrum*、*Botryococcus*、*Spirogyra* 和 *Mougeotia* 等都有分布, *Pediastrum* 有时很丰富。

孢粉组合带 VI 的植物群总的来看, 全新世初期当地的地带性植被与其更新世冰期时期的相仿, 中期的与其更新世间冰期时期的相象, 晚期, 由于草本植物的较快发展, 使其植被和目前当地的情况接近。

总之, 昭通地区上新世—全新世植物群特征与云南目前中南部至东北部的植物群剖

面有一定的相似性。如上新世昭通地区的地带性植被与目前云南中南部的有相似之处;更新世冰期时期的,则与目前云南中部的相像,冰期时期的则接近于云南西北部的亚高山林类型;全新世晚期的和当地现代植被相仿。因此,昭通地区目前的植物群是随着当地地形和气候的变化逐渐演变而成的。

六、几个问题的探讨

1. 云南植被分带的起始

目前,云南的植被表现了明显的分带特征。如在滇东南湿润雨林分布区,由低海拔开始,植被的分带顺序是: 热带湿润雨林(海拔 300—500m 以下)—热带季节雨林(300—700m)—山地雨林(700—1300m)—季风常绿阔叶林(1300—1750m)—苔藓常绿阔叶林(1750—2900m)—山顶苔藓矮林(2700—2900m)(姜汉乔, 1980, 143 页)。在亚热带南部山地的植被垂直带是: 干热河谷植被带(1100—1300m)—季风常绿阔叶林和思茅松林带(1300—1800m)—湿性常绿阔叶林带(1800—2500m)—常绿针、阔叶混交林和云南铁杉林带(2400—2800m)—苔藓常绿矮林带(2800—3000m)—冷杉林带(海拔 3000m 以上)。亚热带北部的植被垂直系列是: 干热河谷植被带(海拔 1200—1900m)—半湿润常绿阔叶林带(1900—2500m)—湿性常绿阔叶林带(2500—2900m)—云南铁杉林及常绿针阔叶混交林(2900—3200m)—云杉冷杉林带(3100—4100m)—高山灌丛和高山草甸(4000—4700m)(姜汉乔, 1980, 144—145 页)。如此的植被垂直分带在云南是从什么时期开始的?

植被的垂直分带和当地地势的升高有着密切关系。一般认为,喜马拉雅运动最强烈的一幕系在上新世末,此后青藏高原强烈隆起(李吉均等, 1979, 610 页)。若此,则云南高原的抬升及其西部横断山脉的进一步隆起也应是上新世之后的事件了,因为这些事件是喜马拉雅运动所促使的。但据云南一些地区的孢粉分析资料,情况似乎并非如此。

李文漪等(1978, 153 页)研究昆明松华褐煤煤田孢粉分析时提出:“孢粉组合中包括了从寒带到热带的各种地理成分以及高山植物成分;其中有些热带分子,可能是从早第三纪保存下来的;但组合中在数量上占优势的,还是温带和亚热带种类。从我们获得的孢粉资料来看,在煤系沉积的最下部,即本文所确定的中新世晚期至上新世早期,就已出现了这种混合”。

如此混杂的孢粉组合是由于当地植被的垂直分带、各带植物的孢粉混杂沉积的结果。因此,可以推知云南中部地区至迟在上新世早期就已出现了植被垂直分带的现象。否则,就无法解释昆明附近松华褐煤煤田的混杂孢粉组合的产生。

笔者等研究云南西部景谷盆地第三纪孢粉组合时,发现渐新世的孢粉组合成分比较单一,以蕨类孢子为主,其它成分不多,似乎并未反映出植被分带的现象。中新世时,其孢粉组合的成分比较复杂,至少反映了栎类林和针叶林(包括铁杉和云杉等)的分带植被。上新世时,其孢粉组合所反映的植被的垂直分带又有新发展。

本文研究的昭通地区的孢粉组合,同样反映了植被的垂直分带现象。上新世和更新世时,昭通地区存在如下的植被带:地带性植被由山毛榉科的常绿树种和热带的大戟科、

五加科、芸香科、桃金娘科和夹竹桃科等植物组成；其上是由松属、胡桃科、榆科和桦科等植物所组成的植被带；再上便是由铁杉、云杉和冷杉等以及杜鹃属和忍冬属植物所组成的植被带，蕨类植物散生于各植被带。

所以，笔者认为：云南西部的横断山脉地区，植被的垂直分带现象可能是始于中新世，上新世时更有发展。云南中部和东北部地区，就目前资料来看，植被分带现象自上新世早期就已出现，其后，随着地势的升高和气候的变化而愈加发展。

2. 昭通地区的古地理

昭通位于滇东北高原的山间盆地中，目前海拔约 2000m。

早上新世时，由于周围山体的缓慢升起，相应地在昭通地区发育了以河流为主的水系。以后随着积水的增多，当早上新世晚期，昭通地区已形成一广阔的大湖泊水域。由于环境适宜，植物生长茂盛，在上新世中晚期，随着水生植物的增多，尤其湖岸区蕨类植物及阔叶植物的茂密生长，使宽广的湖泊逐渐演变为泥炭沼泽。周围山体的缓慢上升、湖水源源不断补充和植物茂盛生长等，促使有机质源源不断地填充到湖泊中而得到埋藏。这就为昭通地区数十米以至百米厚的泥炭的形成提供了有利条件。这样巨厚的泥炭随着时间的推移和其上沉积物的压实作用等，便变成今日的褐煤层。

上新世末期，由于全球性的气候逐渐变凉和昭通周围山体的相对升高，破坏了当地上新世中晚期比较稳定的沼泽广布的环境，植物的茂密程度有所减弱，有机质的数量减少，同时水系的流动性有所加强，所有这些就都破坏了泥炭沉积的环境和条件。所以当更新世时，昭通地区再未形成适宜于泥炭沉积的沼泽环境。至更新世晚期，从沉积物分析，当地似乎又形成了以湖泊为主的水系，一直至全新世初期，但其范围和深度都远逊于上新世中晚期，同时植物比较稀少，有机质比较缺乏，多少显示了高原湖盆的沉积环境。

昭通地区上新世和更新世时的海拔高度，可从那时孢粉组合所反映的地带性植被的分布来推断。上新世时，昭通地区的地带性植被为青冈、栲、栎类林。这类植被和目前云南亚热带地区的干热河谷植被带大体相像，后者目前分布在海拔 1100—1900m 范围内。另外，化石孢粉组合中还包含有一些喜热分子和绝灭分子，它们所要求的生境比目前干热河谷植被带的似更复杂。因此推测上新世时，昭通地区湖泊的海拔当在千米左右。至于周围山体的高度，根据在许多钻孔中众多的铁杉花粉和一些云杉及冷杉花粉存在的事实，至少说明了在昭通周围和附近山区有适于铁杉、云杉和冷杉等植物生长的场所。目前这类针叶植物在云南分布于 2400—2800m（常绿针、阔叶混交林和云南铁杉林）和 2900—3200m（云南铁杉林及常绿针、阔叶混交林）或 3000m 以上（云、冷杉林带）（刘伦辉等，1980）。所以，昭通周围的山体，在更新世时至少在 2500m 以上，其山体高差在 1500 m 左右。

七、属种描述

为了利于植物群演替的探讨，本文的孢粉命名主要依据现代植物的属种名；部分难以归入者和松柏类花粉等，则按照器官属种的原则或人为命名方案定名。这里仅描述藻类、

未鉴定孢子和松科的几个新种及在我国首次发现的几个老种。

(一) 藻类植物 Algae

I. 绿藻门 Chlorophyta

水网藻科 Hydrodictyaceae

盘星藻属 *Pediastrum* Mey., 1829

定形群体由 2—128 个细胞组合而成,排成多圈的一层细胞厚的星状或盘状体。群体完整或具穿孔,边缘细胞形态变异较大,常具 1, 2 或 4 个突起,有时并分叉;内部细胞多角形,常无突起。细胞壁平直或弯曲,平滑或具颗粒、刺状及网状纹饰,在边缘细胞的突起上有时更发达。幼小细胞的色素体周生,圆盘状,具 1 个蛋白核,随细胞成长而扩散,呈多个蛋白核。成熟细胞具 1, 2, 4 或 8 个细胞核。化石标本的细胞内含物均损坏。

分布和时代 全球,白垩纪至现代,全部为淡水产。化石标本有海相记录,可能系随江河流入海域而沉积。

短棘盘星藻 *Pediastrum boryanum* (Turp.) Meneghini 1840

(图版 I, 图 3, 4, 9, 10)

1978 *Pediastrum boryanum*, 《渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类》, 97 页,图版 35, 图 10—15。

1978 ———,朱浩然等, 234 页,图版 1, 图 1—3, 插图 3。

1980 ———,胡鸿钧等, 317 页,图版 67, 图 9。

1981 ———,何承全, 119 页,图版 3, 图 7; 图版 4, 图 9, 10。

群体圆盘形,一般由 8—16—32 个细胞组成。内部细胞多边形,边较平直;边缘细胞向内的一半因与周围细胞接触而呈三角形,向外的一半向外伸出排列在同一平面的两条裂片,其间明显凹陷,缺刻宽阔。因细胞壁较平直,群体表面显出网格状,纹饰为颗粒状。群体直径 60—80 μm ,突起长 8—18 μm 。

层位 昭通地区上新统和第四系,更新统十分发达。

短棘盘星藻长角变种 *Pediastrum boryanum* var. *longicorne*

Raciborski, 1889

(图版 I, 图 5, 6)

1978 *Pediastrum boryanum* var. *longicorne*, 《渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类》, 97 页, 图版 34, 图 5—11。

1979 ———var. ———,何承全等, 184 页,图版 1, 图 20。

1980 ———var. ———,胡鸿钧等, 317 页,图版 67, 图 6。

1981 ———var. ———,何承全, 120 页,图版 1, 图 5—14。

群体的形状和结构与短棘盘星藻相同。仅边缘细胞的两条突起伸展得更长,呈刺状或圆锥状,末端截形或膨大为小球形。突起腔和细胞内相通或不通。纹饰细颗粒状。

当前标本的直径为 80—100 μm ,突起伸长达 20 μm 。

关于此变种边缘细胞突起的伸长程度,各地的标本并不是一样的。如渤海沿岸地区和北部湾地区第三纪的此类标本,其突起可长达 20—25 μm ,而现代种却只达 10 μm 左

右,相差几乎近一倍。这或许与其生长成熟程度有一定关系。若此,则短棘盘星藻和其长角变种之间的区分界限有时就很难确定。好在两者的时代分布和生态习性均是相同的,在难以肯定其变种的特征时,定为短棘盘星藻似恰当些。

层位 昭通地区上新统和第四系。

短棘盘星藻波边变种 *Pediastrum boryanum* var. *undulatum* Wille, 1879

(图版 I, 图 7)

1978 *Pediastrum boryanum* var. *undulatum*, 《渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类》, 98 页, 图版 34, 图 1—4, 14。

群体圆盘形。细胞形状和构造与短棘盘星藻大体相同,但内部细胞壁弯曲而薄弱,有时模糊,不显网格状图形;边缘细胞的突起也较短。纹饰为颗粒状,较发育。

这一变种具有很发育的颗粒状纹饰、弯曲而薄弱且不显网格状的内部细胞壁和边缘细胞的突起较短,与短棘盘星藻易于区别。

层位 昭通 705 井更新统。

单棘盘星藻(或单角盘星藻) *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemm., 1897

(图版 I, 图 8; 图版 III, 图 5, 7)

1978 *Pediastrum simplex*, 朱浩然等, 235 页, 图版 1, 图 5, 插图 5。

1980 ———, 胡鸿钧等, 315 页, 图版 67, 图 7。

群体为圆盘形,由 8 倍数的细胞组成,一般无穿孔或间隔。细胞一般作辐射状排列,内部细胞多边形;边缘细胞的内侧一半略呈三角形,外侧一边具一角部突起,其顶部有的变锐,有的截形。纹饰颗粒状或刺状。边缘细胞宽达 $12-15\mu\text{m}$, 突起长达 $20-22\mu\text{m}$ 。

当前标本仅为 8 个细胞所组成的单圈群体,内部细胞缺。其形状和构造与江苏北部戴南组的标本相同,但体积大些。

层位 上新统一第四系,更新统较常见。

单棘盘星藻肠突变种(或单角盘星藻具孔变种) *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost, 1868

(图版 I, 图 11; 图版 II, 图 3, 6, 9; 图版 IV, 图 13)

1978 *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*, 朱浩然等, 235 页, 插图 6。

1980 ——— var. ———, 胡鸿钧等, 315 页, 图版 67, 图 10。

群体由 8 倍数的细胞组成,具穿孔,孔隙很宽大。内部细胞呈等腰三角形,边缘细胞与单棘盘星藻的相似。纹饰细粒状或细刺状。

群体较大,直径为 $60-100\mu\text{m}$ (不包括突起),内部细胞底宽达 $20-25\mu\text{m}$, 高 $25-30\mu\text{m}$; 边缘细胞的突起长达 $20-30\mu\text{m}$, 底宽达 $25\mu\text{m}$ 。

本变种以具宽大的间隙不同于其它种。

层位 第四系,以更新统为多。

单棘盘星藻长棘变种(新变种) *Pediastrum simplex*
var. *longicorne* (var. nov.)

(图版 I, 图 1, 2)

本变种的群体构造和单棘盘星藻相同;仅以边缘细胞的突起更长(一般超过 $30\mu\text{m}$)、细胞间的界限不清楚和刺状纹饰更发育而相区别。群体大小可变,当前标本直径为 $40-50\mu\text{m}$ 。

层位 3411 井第四系,主要为更新统。

单棘盘星藻刺棘变种(新变种) *Pediastrum simplex*
var. *spinatum* (var. nov.)

(图版 IV, 图 14)

此变种的群体构造和单棘盘星藻的基本相同。但边缘细胞形如芋头状,即底部膨大呈多边形,向顶部逐渐变狭而伸长为一条长突起。细胞本体上具细刺状纹饰,突起上光滑无纹饰。

边缘细胞宽达 $12-15\mu\text{m}$, 高 $12-16\mu\text{m}$, 突起长 $20-28\mu\text{m}$, 可断裂。

此变种与单棘盘星藻及其它变种的区别是: 1) 边缘细胞呈芋头状或蒜头状,细胞本体和突起间明显凹陷,界限清楚;其它变种的突起是逐渐变细的,其间的界限不清楚。2) 边缘细胞上具细刺状纹饰,突起上光滑无纹饰;其它变种为颗粒状或粗糙纹饰,在突起和细胞本体上无明显不同。

层位 705 井更新统。

昭通盘星藻(新种) *Pediastrum zhaotongense* (sp. nov.)

(图版 II, 图 1, 7; 图版 III, 图 2, 4, 8, 11)

群体由 8 倍数的细胞组成,一般为 $16-24-32$ 个细胞,形成辐射排列的圆盘状。群体具窗格状孔隙,细胞多时表面上反映为网格状。内部细胞常呈丁字形,两边的壁几乎平行;边缘细胞除外部的突起外,其细胞壁的边也几乎平行,其宽两倍大于其高。突起棘刺状,一条,较长。细胞表面平滑或粗糙,或具细刺纹饰。

群体颇大,直径一般为 $60-80\mu\text{m}$ (不包括突起),边缘细胞的宽高比值为 2.5 左右,突起长达 $20-30\mu\text{m}$ 。

新种和单棘盘星藻肠突变种在外形上较相象,区别在于细胞的形状。前者的内部细胞多呈丁字形,细胞两边近乎平行,边缘细胞也是如此。后者的内部细胞为三角形,边缘细胞为伸长三角形,两边细胞壁并不平行。

层位 第四系,以更新统为主。

昭通盘星藻刺纹变种(新种、新变种) *Pediastrum zhaotongense*
var. *spinatum* (sp. et var. nov.)

(图版 II, 图 2)

此变种的群体构造与昭通盘星藻的相同,内部细胞多呈丁字形,边缘细胞的宽高比也

多接近 2.5。其不同点是细胞表面密布细刺状纹饰,突起顶端近平滑,纹饰不明显。

群体直径约为 $60\mu\text{m}$ (不包括突起),边缘细胞宽 $12-15\mu\text{m}$,突起长约 $15\mu\text{m}$ 。

单棘盘星藻刺棘变种也具细刺纹饰,其细胞为芋头状,与当前描述的变种的细胞不同。

层位 705 井更新统。

**昭通盘星藻平行变种(新种、新变种) *Pediastrum zhaotongense*
var. *parallelum* (sp. et var. nov.)**

(图版 II, 图 4, 8; 图版 III, 图 1, 3)

本变种的群体构造和细胞形状与昭通盘星藻相似。但本变种的细胞伸得更长,两边细胞壁平行,看起来象藕茎。由于细胞更加伸长,其宽和高比值超过 3。细胞表面平滑或粗糙。内部细胞为藕节形,决不为三角形。

群体直径为 $60-100\mu\text{m}$,边缘细胞的宽高比值为 3—4,突起长达 $25-40\mu\text{m}$ 。

此变种与南宁盘星藻 (*Pediastrum naningense*) (何承全, 1981, 121 页, 图 9) 颇为相象。后者边缘细胞的突起顶端具一对鸭嘴形小突起,本变种的突起顶部不分叉,两者以此相区别。

层位 705 井更新统。

葡萄藻科 Botryococcaceae

本科藻类的分类位置尚未十分确定,有人列入黄藻门。本文据胡鸿钧等 (1980, 310 页) 的意见。

葡萄藻属 *Botryococcus* Kutzing, 1849

葡萄藻 *Botryococcus braunii* Kutzing

(图版 V, 图 10—12; 图版 VI, 图 9, 10)

1960 *Botryococcus braunii* Kutzing, Gray, 458 页, 图版 64, 图 1—4。

1974 ———, Nagy, 图版 1—2。

1981 ———, 何承全, 124 页, 图版 1, 图 1—4。

原植体为形状不定的自由漂浮的胶团群体。复合的大群体由若干较小的群体组成,小群体由二或四倍或多至数十倍细胞相互紧贴而辐射排列,并包裹于一种柔软组织中而成。若干小群体被包埋在一种粗糙的、有时呈桔黄色的胶质衣鞘中,其表面常褶皱,并往往伸展为不规则的裂片或棘状突起。单个细胞梨形、卵形或椭圆形,细胞壁为纤维质。每个细胞包埋于薄膜状的杯形套筒中,此套筒又被远极末端开放的厚脂肪杯,即老的套筒和杯所包围,在其开放的一端盖着由纤维质和果胶质组成的细胞盖。

群体以细胞沿长轴分裂而生长,子细胞在老的套筒和杯内再分泌出新的套筒和杯。母细胞的套筒和杯仍留在群体中。通过多次分裂,便逐渐形成一定复合群体的格架结构。这种结构为脂肪质的,能抗腐蚀,可保存为化石,但其细胞内含物、细胞壁、细胞盖和外部的粘胶质不复存在。

图版 V 图 10 为由 4 个细胞所组成的小群体的侧面观,上部为其细胞及其套筒,下部

为杯。图版 VI 图 10 为小群体的正面观,可见 6 个细胞及其套筒。图版 V 图 11 和 12 显示衣鞘上的褶皱和棘状突起,细胞轮廓不易看清。

当前标本的群体直径为 30—80 μm ,单个细胞宽 8—12 μm ,套筒厚达 3 μm 。

葡萄藻为一现代种,多生长于淡水湖泊中,能形成水华。Nagy (1967) 报道,此藻在匈牙利上新统与微咸水的硅藻(*Actynocyclus octoneis* Ehrenberg) 共生。所以葡萄藻在微咸水中也可生存,但发育不佳。葡萄藻体内含有大量的油质,有油藻之称。它们可能是良好的生油环境的标志。

层位 705 井上新统和更新统;3411 井更新统。

双星藻科 Zygnemataceae

穴面孢属 *Foveinaperturites* Pierce, 1961

模式种 *Foveinaperturites forameniferus* Pierce

属征 具穴纹的无口器孢型。

这一属的一些类型是属于淡水浮游生物,Janse 和 Hills (1976) 已有说明。就目前资料所知,具孔纹的孢子在绿藻门双星藻科的双星藻属 (*Zygnema*)、转板藻属 (*Mougeotia*)、水绵属 (*Spirogyra*) 等及鞘藻科 (*Oedogoniaceae*) 的鞘藻属 (*Oedogonium*) 等中均有发现。这些属的接合孢子虽各自具有特征,但它们之间区别如何,目前还不很明了,所以当前的鉴定采用了化石的器官属种名。至于讨论中提到的某类现代植物,只能说所描述的化石类型和那种植物的接合孢子相象,两者或许有亲缘关系,但并不一定为同一物。

穴面孢 (未定种 1) *Foveinaperturites* sp. 1

(图版 V, 图 1)

椭圆形轮廓,中部具一大纵褶。大小 78 \times 30 μm 。无萌发器构造。外壁厚约 2 μm ,分为近等厚的两层。外壁表面均布细穴孔纹,孔径约 2 μm ,穴距 3—4 μm ,局部或更大。因外壁较厚,孔穴有时不很明显。轮廓线微波状。

近丘疹水绵 (*Spirogyra subpapulata* Jao) 的接合孢子椭圆形,两端尖,宽 21—29 μm ,长 41—60 μm ,中孢壁具微细而密排的穿孔纹(胡鸿钧等,1980,400 页,图版 87,图 4,5),和当前的化石标本比较相象。

层位 3411 井全新统。

穴面孢 (未定种 2) *Foveinaperturites* sp. 2

(图版 V, 图 2, 3)

轮廓椭圆形,无萌发器或规则的裂缝,但可不规则破裂。大小为 62 \times 40 μm 。外壁厚约 1.5 μm ,分层不清楚;表面密布穴孔状纹饰,孔径 2—3 μm ,穴距 3—4 μm ,略宽于孔孔径。轮廓线波状。

这类化石孢子的大小和孔穴纹的形状,与极美鞘藻 (*Oedogonium speciosum* Ley.) 可以比较。后者的卵孢子倒卵形或近球形,宽 52—54 μm ,长 57—64 μm ,中孢壁具圆孔纹(饶钦止,1979,258 页,图版 87,图 8)。单就孔穴纹来说,密眼鞘藻 (*Oedogonium*

densioculum Jao) 的卵孢子和当前描述的标本也可比较, 但体积较大。密眼鞘藻的卵孢子宽 $68-76\mu\text{m}$, 长 $70-74\mu\text{m}$ (饶钦止, 1979, 124 页, 图版 29, 图 1—3)。

层位 705 井上新统。

卵形孢属 *Ovoidites* Potonie 1951 ex Krutzsch, 1959

模式种 *Ovoidites ligneolus* Potonie

属征 (据 Potonie 1966 的修订) 轮廓卵形或锐卵形, 外壁具由密排的网脊所组成的盖层网 (tectate reticulum) (并非瘤、小瘤或棒排列的行, 如象一些 *Iridaceae* 的, 简单网纹亦可存在)。外壁可在一端或两端沿一纵伸的线开裂, 最终脱落呈两半。

Potonie (1951) 将这种类型当作蕨类孢子看待。Thomson 和 Pflug (1953) 认为它们或许是苔藓虫类的 statoblasts。Krutzsch (1961) 认为若保存良好, 这类分子的外部有蒴 (capsule) 包围, 它们将是淡水藻类的中间囊孢 (internal cysts)。Geel 等 (1978) 将第四纪的相关化石定为 *Spirogyra*。若此, 这类化石标本是属于绿藻植物, 与双星藻科水绵属 (*Spirogyra*) 有关, 为淡水湖泊环境的指示分子。

水绵属植物可以保存为化石的多为接合孢子。接合孢子的形态特征各有不同, 有具网纹、穴纹、孔纹、点纹及平滑纹等的, 但它们在水绵属的分种鉴定上到底有多大意义, 目前还不很明了。所以, 本文在鉴定这类化石时, 仍采用器官属种的名称, 只是在各自的讨论中提出最相近的植物名称以供参考。此类化石的精确鉴定, 只有在详细研究了水绵属植物的接合孢子在分类上的意义后才能达到。

木质卵形孢型 1 *Ovoidites ligneolus* Potonie type 1

(图版 IV, 图 9, 10)

孢子卵形, 大小 $95 \times 60\mu\text{m}$, 中央体孢壁较厚, 可褶皱, 表面具短皱状—凸蚀状纹饰, 或具纵裂缝。其外由一层薄弱的膜状壁所包围, 膜壁一般平滑。当环境良好时, 膜壁一般保存, 但在较老的地层或保存不良时, 膜壁常破损。膜壁常靠近或贴于中央体上, 其间的空间窄狭。

此型以个体较小不同于下述各型。丘疹水绵 (*Spirogyra papulata* Jao) (胡鸿钧等, 1980, 400 页, 图版 86, 图 2) 的接合孢子和本型较相象, 但体积小些。前者接合孢子宽 $22-32\mu\text{m}$, 长 $35-55\mu\text{m}$, 椭圆形轮廓, 中孢壁具不规则的网纹。

层位 3411 井全新统。

木质卵形孢型 2 *Ovoidites ligneolus* Potonie type 2

(图版 IV, 图 11, 12)

孢子长椭圆形, 包括膜壁大小 $125-140 \times 60-70\mu\text{m}$ 。中央体孢壁较薄, 表面具短皱状纹饰, 排列紧密。常具破裂缝, 分中央体为两半。膜壁更薄弱, 平滑, 包围中央体。平压后, 中央体和膜壁间的距离较宽。

型 2 以体积较大, 形状长椭圆形和中央体与膜壁的间距较宽大等不同于型 1。假颗粒水绵 (*Spirogyra pseudogranulata* Ley.) 的接合孢子长卵形, 宽 $46-68\mu\text{m}$, 长 $100-$

140 μm , 中孢壁两层, 外中孢壁厚, 具不规则的皱纹, 内中孢壁具细微的网纹(胡鸿钧等, 1980, 401 页, 图版 86, 图 5), 与本型可以比较。

层位 3411 井全新统。

木质卵形孢型 3 *Ovoidites ligneolus* Potonié type 3

(图版 VI, 图 11)

孢子卵形, 包括膜壁大小为 110 \times 80 μm 。中央体表面具短皱状纹饰, 排列紧密。膜壁平滑, 包于中央体外, 其间间距较窄。本型以卵形轮廓不同于长椭圆形的型 2, 以体积较大和型 1 相区别。

美貌水绵 (*Spirogyra pulchrifigurata* Jao) (胡鸿钧等, 1980, 401 页, 图版 87, 图 1) 的接合孢子与本型较为相象。前者的接合孢子为椭圆形轮廓, 两端略钝圆, 宽 54—64 μm , 长 70—109 μm , 中孢壁具不规则的粗网纹。

水绵接合孢子的中孢壁一般都很厚, 而这类化石类型的壁却很薄。是否水绵接合孢子的孢壁和高等植物孢粉的外壁一样, 在石化或化学处理过程中某一层孢壁可以破损。若是这样, 则这类化石标本和水绵植物接合孢子间的对比更为可信。

层位 3411 井全新统。

光对裂孢属 *Psiloschizosporis* Jain, 1968

模式种 *Psiloschizosporis cacheutensis* Jain

属征 孢型圆到卵形, 轮廓平滑, 被纵裂缝分为两半。外壁平滑、光滑至点状。

本属是从 *Schizosporis* Cookson et Dettmann 区分出来的, 以平滑的外壁区别于具网状纹饰的后者, 其亲缘关系不明。Geel (1978, 385—387 页, 图版 3, 图 34—41) 把南美更新统的类似标本定为 *Spirogyra* sp., 并指出 *Schizosporis parvus* Cookson et Dettmann 是和现代水绵植物有关系的白垩纪的双星藻科孢子。若此, 本属也是淡水绿藻植物的一类接合孢子。

本属以具纵裂缝区别于具或不具圆形开口的 *Leiovalia* Eisenack, 后者在我国渤海沿岸地区东营组三段常有发现, 可能反映半咸水环境; 以表面平滑不同于表面具皱网纹的卵形孢属。

小光对裂孢 *Psiloschizosporis parvus* (Cooks. et Dettm.) Jain

(图版 V, 图 4, 5)

1976 *Schizosporis parvus*, 宋之琛等, 53 页, 图版 12, 图 8。

1978 ———, «渤海沿岸地区早第三纪孢粉», 53 页, 图版 15, 图 15—17。

孢子椭圆形轮廓, 两端锐圆, 大小 75—100 \times 30—40 μm 。具一纵向裂缝, 可割切孢子为两半, 有时裂缝较宽。外壁厚约 1 μm , 表面平滑。

普通水绵 [*Spirogyra communis* (Hass.) Kutz.] 的接合孢子为椭球形或长椭球形, 两端略尖, 宽 23—25 μm , 长 38—75 μm , 中孢壁平滑, 成熟时黄色(胡鸿钧等, 1980, 399 页, 图版 86, 图 1), 其形态特征与当前描述的化石种相象, 但体积小。*Spirogyra* sp.

(type 1) (Geel, 1978, 385—386 页, 图版3, 图 34—41) 和当前的标本可以比较。

层位 705 井上新统。

光对裂孢(未定种 1) *Psiloschizosporis* sp. 1

(图版 V, 图 6, 7)

轮廓椭圆形, 两端微钝, 大小 $120-130 \times 50-60 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $1.5-2 \mu\text{m}$, 表面粗糙。具一环形的破裂缝。

单一水绵 (*Spirogyra singularis* Nords) 的接合孢子, 除体积较小外, 其形态和本未定种可以比较。前者接合孢子为椭圆形, 两端略钝圆, 宽 $28-40 \mu\text{m}$, 长 $52-70 \mu\text{m}$, 中孢壁平滑, 成熟时黄色 (胡鸿钧等, 1980, 399 页, 图版 85, 图 9)。

层位 705 井上新统。

光对裂孢(未定种 2) *Psiloschizosporis* sp. 2

(图版 V, 图 8)

轮廓长纺锤形, 大小 $150 \times 50 \mu\text{m}$ 。外壁厚约 $2 \mu\text{m}$, 分为等厚的两层, 表面近平滑。裂缝较宽, 贯穿全长。

法氏水绵 (*Spirogyra farlowii* Trans.) 的接合孢子以两端略尖和此类化石较为相象, 但体积较小, 其宽 $33-45 \mu\text{m}$, 长 $53-106 \mu\text{m}$, 中孢壁平滑 (胡鸿钧等, 1980, 401 页, 图版 86, 图 4)。河北水绵 (*Spirogyra hopeiensis* Jao) 的接合孢子以两端尖和当前化石标本也可比较, 但体积也小, 其宽 $32-48 \mu\text{m}$, 长 $61-96 \mu\text{m}$ (胡鸿钧等, 1980, 401 页, 图版 87, 图 8)。

层位 705 井上新统。

光对裂孢(未定种 3) *Psiloschizosporis* sp. 3

(图版 V, 图 9)

轮廓椭圆形, 两端钝圆, 大小 $140 \times 70 \mu\text{m}$ 。外壁厚约 $2 \mu\text{m}$, 分为近等厚的两层, 表面平滑, 腐蚀后部分显皱状或细穴状。裂缝较宽, 分切孢子为两半。

此类型以孢子较大而宽区别于前述各种。长形水绵 [*Spirogyra longata* (Vauch.) Kutz.] 的接合孢子为卵形至长卵形, 两端钝圆, 和当前化石的形态相象, 但体积较小, 宽 $27-36 \mu\text{m}$, 长 $43-102 \mu\text{m}$ (胡鸿钧等, 1980, 399 页)。

层位 705 井上新统。

光对裂孢(未定种 4) *Psiloschizosporis* sp. 4

(图版 V, 图 13)

轮廓宽椭圆形, 因褶皱叠而呈宽卵形, 大小 $110 \times 60 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $1-1.5 \mu\text{m}$, 表面粗糙, 或为细穴状。裂缝开裂较宽。

链形水绵 [*Spirogyra catenaeformis* (Hass.) Kutz.] 的接合孢子为椭圆形, 宽 $27-33 \mu\text{m}$, 长 $55-90 \mu\text{m}$, 中孢壁平滑 (胡鸿钧等, 1980, 400 页, 图版 85, 图 6)。其形状和

当前未定种相象,但体积较小。

层位 705 井上新统。

光对裂孢(未定种 5) *Psiloschizosporis* sp. 5

(图版 VI, 图 4)

轮廓近圆形,可沿裂缝破裂呈两半。大小为 $60 \times 40 \mu\text{m}$,外壁厚约 $1 \mu\text{m}$,或可见分为两层。外壁表面近平滑,腐蚀后显微细的小孔,多不反映于轮廓线。

这种孢子和 *Psiloschizosporis cacheutensis* Jain 很相似。后者的特征是:直径 $40-100 \mu\text{m}$,轮廓圆形,无口器,常具一纵裂缝,可分孢子为两半;外壁厚 $2.5 \mu\text{m}$,表面具浅细穴,当受腐蚀时,便出现疏散的圆小孔。但当前孢子的壁较薄和细微小孔排列较密,与该种有所区别。

显著鞘藻 [*Oedogonium eminens* (Hirn.) Tiffany] 的卵孢子球形或近球形,宽 $45-59 \mu\text{m}$,长 $45-46 \mu\text{m}$;中孢壁具细小穿孔纹,这种穿孔纹只有当卵孢子成熟后才较显著,否则孢壁好似平滑的(饶钦止,1979,229页)。这种卵孢子的形态和当前描述的化石标本可以比较。

层位 3411 井上新统。

四凹藻属 *Tetrapidites* Klaus 1950 ex Meyer, 1956

模式种 *Tetrapidites psilatus* Klaus ex Meyer

本属以角部具拟孔状凹陷为特征。

平滑四凹藻 *Tetrapidites psilatus* Klaus ex Meyer

(图版 IV, 图 7, 8)

1979 *Tetrapidites psilatus*, 何承全等, 184 页, 图版 2, 图 19, 20。

壳体菱形或四边形,直径约 $25 \mu\text{m}$ 。边较平直,角部为拟孔状构造所占据(或为小而圆的凹陷)。凹陷直径达 $5 \mu\text{m}$,周围外壁略有增厚。角部的凹陷均朝向一面,不为正赤道排列。外壁颇薄弱,常具褶皱,表面平滑。

这种类型,过去被苏联学者误认为是被子植物花粉,其实为绿藻植物的接合孢子,与双星藻科转板藻属 (*Mougeotia*) 的关系较为密切。Geel(1976, 1978, 1980) 将类似的化石标本径直定为 *Mougeotia* sp.。若此,则此类分子为淡水藻类的产物。当前标本和 *Mougeotia* sp. (type 3) (Geel 等, 1978, 383 页, 图版 1, 图 13—15) 较相象。后者为四边形,大小为 $24-33 \times 20-32 \mu\text{m}$,边直至凹,角部凹陷 (retuse angles),直径 $4-5 \mu\text{m}$,表面为极细的小孔纹。当前标本的小孔纹不显。

层位 3411 井上新统。

伊希四凹藻(新组合) *Tetrapidites ichsensis* (Frantz) (comb. nov.)

(图版 IV, 图 5, 6)

1960 *Tetraporopollenites ichsensis*, Frantz, 559 页, 图版 1, 图 1 (据 Jansonius 等, 1976)。

壳体四边形成菱形,直径 $30-35\mu\text{m}$ 。角部具凹陷,不深,其周围加厚也不发达,故不如上一种的凹陷明显。外壁较薄弱,常具褶皱,表面具微细皱状纹饰。

本种以角部凹陷不很明显和外壁表面的微细皱纹等同上一种有区别。原作者将这种标本的角部凹陷误视作孔, Jansonius 和 Hills(1976) 早就指出了这一问题,并提出这类标本和 *Tetrapidites* 相象。这里作新组合处理。此种原产于联邦德国始新世褐煤沉积层。

层位 3411 井上新统。

II. 疑源类 *Acritarchs*

微刺藻属 *Comasphaeridium* Stap., Jans. et Poc., 1965

模式种 *C. (al. Micrhystridium) cometes* (Valensi) S., J. et P.

微刺藻(未定种) *Comasphaeridium* sp.

(图版 II, 图 5)

球形,个体小,直径(不包括纹饰)约为 $18\mu\text{m}$ 。无开口及开裂。纹饰小刺状,刺长达 $5\mu\text{m}$, 末端一般尖,偶为截形。

微刺藻属为具细刺纹的一类浮游生物,在海相和陆相沉积中均有报道,但它们的亲缘关系一直未能确定。据饶钦止研究(1979),绿藻门鞘藻科鞘藻属(*Oedogonium*)的卵孢子有一些是具细刺状纹饰。如微星鞘藻(*Oedogonium micraster* Jao),其卵孢子球形,外孢壁具微细刺状突起,其大小不包括刺纹为 $19-21\mu\text{m}$, 包括刺纹宽 $21-27\mu\text{m}$, 长 $21-23\mu\text{m}$ (饶钦止, 1979, 218 页, 图版 72, 图 6—8)。偏孔鞘藻四川变种(*Oe. excentriporum* var. *szechwanense* Jao)的卵孢子近球形,外壁上具细而疏的刺状突起,大小包括刺为 $20-30 \times 20-28\mu\text{m}$, 不包括刺为 $18-25 \times 18-23\mu\text{m}$ (饶钦止, 1979, 218 页, 图版 72, 图 1—3)。它们和当前标本的形态及大小都是很相象的。所以,微刺藻属的一些分子,至少在陆相湖泊中沉积的一些分子,和鞘藻属植物可能有亲缘关系。

层位 3411 井全新统。

环纹藻属 *Concentricystes* (Rossig. 1962) Jiabo, 1978

模式种 *Concentricystes rubinus* Rossignol

盘山环纹藻 *Concentricystes panshanensis* Jiabo

(图版 IV, 图 1—3)

1978 *Concentricystes panshanensis*, Jiabo, «渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类», 126 页, 图版 36, 图 5—8。

壳体近卵形,大小为 $25-42 \times 28-30\mu\text{m}$ 。壳壁一般较厚,约 $2\mu\text{m}$, 分为近等厚的两层。表面具环形的指纹状纹饰,每半面各具 10—12 条,环纹和间距的宽近相等,为 $0.5-1\mu\text{m}$ 。未见核状物及开口。

这类化石与裸藻植物(Euglenophyta)可能有关系。后者中 *Trachelomonas onulifera* 和 *Tr. stokesiana* 的囊壳上具有环纹,因此,彼此间外形上颇为相象。囊裸藻属(*Trache-*

lomonas) 为具囊壳的鞭毛生物, 其壳体上应有圆形的鞭毛孔。当前的标本虽未见圆形开口, 但产于渤海沿岸地区下第三系的少数标本, 确实见到了圆形开口。这就更可说明这类化石和囊裸藻属的关系。

囊裸藻属为淡水藻类, 所以环纹藻属可能反映湖泊相环境。本属的模式种 (*C. rubinus*) 就是从湖相淤泥中发现的。但 Wall(1967) 却在加勒比海的深海及大陆架沉积中找到了类似标本。在我国, 盘山环纹藻产于渤海沿岸地区陆相下第三系, 半咸水相中也有发现; 类似分子在南通海相第四系中也曾找到过。它们可能是从陆相湖泊中沿河流搬运而沉积于海洋中的。

层位 3411 井全新统。

**光面球藻属 *Leiosphaeridia* Eisenack, 1958 emend.
Downie et Sarjeant, 1963**

模式种 *Leiosphaeridia baltica* Eisenack

光面球藻 (未定种 1) *Leiosphaeridia* sp. 1

(图版 VI, 图 5)

轮廓近圆形, 大小为 $52 \times 62 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $1-1.5 \mu\text{m}$, 分层不清楚, 表面平滑。近赤道部位有一构造圈, 等宽约 $3 \mu\text{m}$, 沿边缘呈环形。

鞘藻属的心形鞘藻 [*Oedogonium cardiacum* (Hass.) Wittr.] 的卵孢子也为表面平滑的球形, 宽 $42-60 \mu\text{m}$, 长 $42-60 \mu\text{m}$, 外壁也较薄 (饶钦止, 1979, 114 页, 图版 25, 图 5, 6), 和当前标本相象。

层位 3411 井全新统。

光面球藻 (未定种 2) *Leiosphaeridia* sp. 2

(图版 VI, 图 6)

轮廓近圆形, 直径约 $50 \mu\text{m}$ 。外壁较薄, 层次不清。表面具细皱状纹饰, 常不很明显, 许多褶皱多沿赤道分布。轮廓线起伏状。

当前标本和渤海沿岸地区下第三系的褶皱藻属 (*Campenia*) 的分子很相象, 但体积小得多。现代生存的多疣双星藻 (*Zygnema verrucosum* Jao) 的接合孢子近球形, 宽 $38-55 \mu\text{m}$, 长 $32-37 \mu\text{m}$; 外孢壁薄, 无色, 外中孢壁薄, 黄色, 具不规则皱纹, 内中孢壁厚, 黄褐色具密集的颗粒和微瘤; 内孢壁薄 (胡鸿钧等, 1980, 393 页, 图版 84, 图 13, 14), 若内中孢壁在石化过程或化学处理时被溶解, 则多疣双星藻的接合孢子和当前的孢子或许可以对比。

层位 3411 井上新统。

光面球藻? (未定种 3) *Leiosphaeridia?* sp. 3

(图版 VI, 图 1, 2)

轮廓近圆形, 直径约 $35 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $1-1.5 \mu\text{m}$, 分为约等厚的两层, 表面平滑。局

部显示瘤结状形态,其结构不明。有时可开裂。

当前标本和 *Leiosphaeridia taxodiforma* Jiabo(《渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类》, 1978, 105 页, 图版 37, 图 19, 20) 很相似, 但外壁较厚。其瘤结状形态是否为核状物, 尚不得而知。故存疑地归入本属。

层位 3411 井全新统。

卵孢子囊? Sporangium of Oogonium?

(图版 VI, 图 3, 12)

轮廓椭圆形, 大小 $100 \times 75 \mu\text{m}$ 。具厚约 $10 \mu\text{m}$ 的孢囊层, 质较均一, 无分层现象。其内为厚 $1.5 \mu\text{m}$ 的一层壁, 壁内为孢囊腔, 腔大小为 $70 \times 60 \mu\text{m}$ 。腔部壁较薄弱, 有一近圆形开口, 直径为 $40-45 \mu\text{m}$ 。孢囊外面均布细皱状和粒状纹饰。轮廓线近平直。

此标本可能为绿藻门某类植物的卵孢子囊, 中部的破口可能是卵孢子成熟后的出口处。

层位 3411 井上新统。

未定类型 Indeterminable form

(图版 VI, 图 7, 8)

轮廓圆形, 直径约 $53 \mu\text{m}$ 。外壁很厚实, 达 $5 \mu\text{m}$, 层次不清楚。亚赤道部位具许多不规则坑凹, 通过破裂线几乎相互联成不规则的一圈。表面具刺状和瘤状突起, 在光切面上刺长约 $1.5 \mu\text{m}$, 密排; 在平面上, 瘤多角形, 有的直径超过 $2 \mu\text{m}$ 。

层位 705 井更新统。

(二) 蕨类植物 Pteridophyta

未鉴定孢子 1 Indeterminable spore 1

(图版 VIII, 图 20-23)

孢子轮廓近圆形, 因保存不正而成椭圆形, 大小为 $60 \times 40 \mu\text{m}$ 。孢子具一内体, 内体大小为 $50 \times 30 \mu\text{m}$ 。具三射线, 射线在孢子外体上, 缝很清楚, 具等宽的边缘, 直, 伸达孢子赤道线; 边缘宽 $2-2.5 \mu\text{m}$, 故射线宽 $4-5 \mu\text{m}$ 。内体壁厚 $1.5 \mu\text{m}$, 或分为两层, 不很清晰。外体壁厚 $1.5 \mu\text{m}$ 左右, 分为等厚的两层, 表面粗糙, 或为颗粒—短皱状纹饰。

此类标本以具内体为其特征。巴西所产的 *Ormopteris gleichenioides* (Kremp & Kawasaki, 1972, 50 页, 97 图) 的孢子, 从照片看似乎也具内体, 射线也具窄而等宽的边缘, 几伸达赤道, 但外体表面平滑。 *Feca osmundoides* (Kremp 和 Kawasaki, 1972, 25 页, 47 图) 似乎也具内体, 但射线不具边缘。

层位 3411 井上新统。

未鉴定孢子 2 Indeterminable spore 2

(图版 VIII, 图 12, 13)

孢子轮廓三角形, 边微凸, 直径约为 $30\mu\text{m}$ 。具三射线, 射线显隆起状, 平压后似具边缘, 伸达孢子赤道线。外壁厚约 $1.5\mu\text{m}$, 分为近等厚的两层, 表面平滑。孢子似具内体, 轮廓仍为三角形, 直径约为 $25\mu\text{m}$, 壁厚约为 $1.5\mu\text{m}$, 分层不清, 表面亦平滑。

Trismeria trifoliata (Kremp 和 Kawasaki, 1972, 55 页, 107 图) 的孢子为圆三角形, 具内体, 三射线伸达赤道, 显隆起状, 外壁近平滑, 和当前的标本多有相似之处, 但体积很大, 直径为 $49-74\mu\text{m}$ 。

层位 3411 井全新统。

未鉴定孢子 3 Indeterminable spore 3

(图版 IX, 图 7, 8)

孢子轮廓近圆形, 直径为 $40\mu\text{m}$ 左右。具三射线, 无边缘, 顶处可弯曲, 长度为孢子半径之 $3/4$ 。外壁厚 $1.5-2\mu\text{m}$, 分为两层, 内层较薄。纹饰圆瘤状, 排列较紧密。轮廓线上为浅波状起伏。具内体, 近圆形, 直径为 $25-30\mu\text{m}$, 表面近平滑。

层位 3411 井更新统。

未鉴定孢子 4 Indeterminable spore 4

(图版 IX, 图 1-3)

由于挤压关系, 孢子轮廓为不规则近圆形或扁圆形, 直径为 $60\mu\text{m}$ 左右。似具三射线, 很不清楚, 为印痕状, 射线伸达赤道线, 缝边似具窄边缘, 末端分叉并形成较显著的弓形脊。外壁厚 $2-3\mu\text{m}$, 分为近等厚的两层, 表面粗糙至平滑。轮廓线平滑。远极部具一三角形的增厚区, 界限不很清晰。

这类孢子与苔藓植物或许有亲缘关系。

层位 3411 井更新统。

(三) 松柏类 Coniferae

松科 Pinaceae

雪松粉属 *Cedripites* Wodehouse, 1933

模式种 *Cedripites eocenicus* Wodehouse

本属以本体的栉状构造逐步演变为气囊、本体和气囊间无明显界限为特征, 容易和具双气囊的其它属区别。

泪杉型雪松粉 *Cedripites dacrydioides* Krutzsch

(图版 XXVI, 图 3-5)

1971 *Cedripites dacrydioides*, Krutzsch, 116 页, 图版 27, 图 1-7。

总长 60—70 μm ，总宽 45—50 μm ，本体长达 50 μm 。气囊似由本体栉逐渐演变而成，包于本体的两侧，大小为 30—35 \times 20—30 μm 。栉厚约 2 μm ，其上基棒结构清楚，向两侧基棒逐渐变长而过渡呈气囊。从本体向气囊纹饰逐渐变粗，本体纹饰为粒状至细皱状，气囊纹饰为辐射排列的网状。

从气囊的大小及其纹饰来看，本种和现代植物泪杉属的花粉有相象之处。

层位 3411 井上新统，705 井更新统。

中新雪松粉 *Cedripites miocaenicus* Krutzsch

(图版 XXVI, 图 1, 2)

1971 *Cedripites miocaenicus*, Krutzsch, 120 页, 图版 29, 图 1—8。

总长 65 μm ，总宽 50 μm ，本体长约 50 μm ，栉厚达 3 μm 。

本体似包在皱状外壁中，界限不很清楚。栉逐步加宽，其上基棒逐渐发育而过渡呈气囊，故气囊恰如包于本体之两侧偏腹部。纹饰为细皱状至网状，从本体向气囊逐渐变粗。

本种以气囊的网纹不显辐射状排列不同于前一种。

层位 3411 井更新统。

铁杉粉属 *Tsugaepollenites* Potonie et Venitz, 1934

模式种 *T. igniculus* (Pot.) Potonie et Venitz

本属具有环囊，和现代植物铁杉属 (*Tsuga*) 的花粉相象，两者有亲缘关系。

无环铁杉粉 *Tsugaepollenites azonalis* (Krutzsch) Li

(图版 XVIII, 图 3—6; 图版 XIX, 图 9)

1971 *Zonalapollenites* (*Tsuga*) *azonalis*, Krutzsch, 164 页, 图版 49, 图 1—14。

1985 *Tsugaepollenites azonalis* (Krutzsch) Li, 宋之琛等, 86 页, 图版 27, 图 8, 9。

轮廓近圆形，直径为 50—70 μm 。花粉近极显一圆形区域，系纹饰变弱和凹陷的范围。纹饰短皱状或粒瘤状，其间密布刺纹。在轮廓线上显刺状突起，刺长 2—3 μm 。

本种以无环囊和刺纹较密等为特征，和本属其它种容易区别。现代植物云南铁杉 (*Tsuga yunnanensis* Mast.) 的花粉和本种相象，可以对比。

层位 705 井上新统上部—更新统。

纤细铁杉粉(新组合) *Tsugaepollenites gracilis* (Krutzsch)(comb. nov.)

(图版 XVII, 图 9; 图版 XVIII, 图 7, 9)

1971 *Zonalapollenites* (*Tsuga*) *gracilis*, Krutzsch, 142 页, 图版 38, 图 1—15。

轮廓近圆形或卵形，直径为 45—60 μm 。远极为一变薄区，凹陷。外壁厚 1.5—2 μm ，表面具细瘤状纹饰，瘤顶部可变锐。环囊不发育。

本种以环囊不发育和细瘤状纹饰为特征，分布于中欧的中渐新统至上新统。

层位 3411 井上新统。

维囊铁杉粉(新种) *Tsugaepollenites parvisaccatus* (sp. nov.)

(图版 XVII, 图 1—4)

轮廓近圆形,直径 40—45 μm 。外壁甚厚实,表面具微皱状纹饰,在赤道附近更发达而形成不规则的环囊,宽窄不一,如肠状弯曲。

本新种以体积较小和环囊不很发育为特征,初看起来与微小铁杉粉及小型具缘铁杉粉都较相似,但以不具刺纹区别于前者,以环囊不很发育、仅为雏形而不同于后者。

层位 705 井更新统。

上新铁杉粉(新组合) *Tsugaepollenites pliocaenicus*

(Krutzsch) (comb. nov.)

(图版 XXVII, 图 4)

1971 *Zonalapollenites*(=*Tsuga*) *pliocaenicus*, Krutzsch, 152 页,图版 43, 图 1—11。

轮廓圆形,直径 55—65 μm , 环囊宽达 8 μm 。纹饰细皱状,在环囊部位皱纹较粗,轮廓线疏布小刺,长 1—2 μm 。

本种和具刺铁杉粉相象,但本种的环囊不如后者的发达,纹饰相对地也较弱,轮廓线上的刺纹也较后者的稀少。

层位 705 井更新统。

曲环铁杉粉(新种) *Tsugaepollenites sinunozonatus* (sp. nov.)

(图版 XVIII, 图 8)

本体轮廓近圆形,直径为 50 μm 。环囊偏于一极,为发达的肠状褶皱,甚为美观,其上多为瘤纹;环囊宽达 10 μm ,其间直径为 30 μm 。本体外壁厚约 2 μm ,表面具细瘤状纹饰,无刺纹。

本新种的环囊为肠状褶皱,其上无刺纹不同于微小铁杉粉;同时环囊偏于一极而非赤道位置,相对地环囊不很发达而区别于小型具缘铁杉粉。

层位 3411 井更新统。

参 考 文 献

- 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等, 1981: 南海北部大陆架第三纪古生物图册。广东科技出版社。
- 中国科学院植物研究所主编, 1972—1976: 中国高等植物图鉴, 1—5 册。科学出版社。
- 中国科学院植物研究所形态室孢粉组, 1960: 中国植物花粉形态。科学出版社。
- 中国科学院北京植物研究所古植物室孢粉组, 1976: 中国蕨类植物孢子形态。科学出版社。
- 中国科学院植物研究所古植物室孢粉组和华南植物研究所形态研究室, 1982: 中国热带亚热带被子植物花粉形态。科学出版社。
- 中国科学院贵阳地球化学研究所第四纪孢粉组, C¹⁴ 组, 1977: 辽宁省南部一万年来自然环境的演变。中国科学, 6 期, 603—614 页。
- 中国植被编辑委员会, 1980: 中国植被。科学出版社。
- 王受华、汪佩芳、夏玉梅, 1982: 三江平原全新世泥炭的孢粉、藻类组合及古植被及古气候探讨。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集(1979), 13—21 页。科学出版社。
- 孔昭宸、杜乃秋, 1980: 北京地区距今 30,000—10,000 年的植物群发展和气候变迁。植物学报, 22 卷, 4 期, 330—338 页。

- 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所, 1978: 渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类。科学出版社。
- 朱浩然、曾昭琪、张忠英, 1978: 江苏北部下第三系戴南组的盘星藻化石及其沉积环境的初步分析。古生物学报, 17卷, 3期, 233—243页。
- 李文漪、吴细芳, 1978: 云南中部晚第三纪和早第四纪的孢粉组合及其在古地理学上的意义。地理学报, 33卷, 2期, 142—155页。
- 李百福, 1982: 孢粉分析在云南晚第三纪煤层对比中的应用。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集, (1979) 75—80页。科学出版社。
- 李吉均、文世宣、张青松、王富葆、郑本兴、李炳元, 1979: 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨。中国科学, 6期, 608—616页。
- 刘伦辉、邱学忠, 1980: 中国铁杉林的地理分布及垂直带位置的研究。云南植物研究, 2卷, 1期, 9—21页。
- 刘金陵、孙孟蓉、李文漪、刘牧灵, 1965: 燕山南麓泥炭的孢粉组合。中国第四纪研究, 4卷, 1期。
- 刘金陵、叶萍宜, 1977: 上海浙江某些地区第四纪孢粉组合及其在地层和古气候上的意义。古生物学报, 16卷, 1期。
- 孙秀玉、范永绣、邓茨兰、余正清, 1980: 渭河盆地新生代孢粉组合。中国地质科学院院报、地质研究所分刊, 1卷, 1号, 84—109页。
- 宋之琛、关学婷、李增瑞、王伟铭、胡仲衡, 1985: 东海陆架盆地龙井构造带新生代孢粉学的研究。安徽科学技术出版社。
- 宋之琛、刘金陵, 1982: 西藏南木林第三纪孢粉组合。西藏古生物, 5卷, 153—164页。科学出版社。
- 宋之琛、刘金陵、唐领余, 1983: 根据孢粉资料试论我国第四系下限。中国各纪地层界限研究, 91—99页。科学出版社。
- 宋之琛、李曼英, 1976: 云南一些地区中生代及早第三纪早期孢粉组合。第二篇: 云南禄丰、牟定晚白垩世早期及勐腊晚白垩世晚期至早第三纪早期孢粉组合。云南中生代化石(上册)。科学出版社。
- 宋之琛等编著, 1965: 孢子花粉分析。科学出版社。
- 陈承惠、陈硕民、周昆叔, 1965: 辽东半岛普兰店附近含古莲子的全新世沉积物的孢粉分析。中国第四纪研究, 4卷, 2期。
- 何承全, 1981: 北部湾沿岸地区第三纪盘星藻属和葡萄藻属。古生物学报, 20卷, 2期, 115—126页。
- 何承全、钱泽书, 1979: 广西百色盆地早第三纪沟鞭藻和疑源类。古生物学报, 18卷, 2期, 171—188页。
- 杨一光, 1980: 论云南植被区划的原则和单位。云南植物研究, 2卷, 4期, 441—450页。
- 杨怀仁、徐馨, 1980: 中国东部第四纪自然环境的演变。南京大学学报(自然科学版), 1期, 121—144页。
- 张一勇, 1981: 雷州半岛第三纪孢粉。古生物学报, 20卷, 5期, 449—458页。
- 姜汉乔, 1980: 云南植被分布的特点及其地带规律性。云南植物研究, 2卷, 1期, 22—32页; 2期, 142—151页。
- 郑亚惠、周山富、刘祥琪、王连元、徐淑娟、王宪曾, 1981: 苏北和南黄海盆地晚第三纪孢粉。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第三号, 29—90页。
- 林绍孟、陈承惠, 1982: 贵州惠水盆地全新统孢粉组合特征及地层古气候的探讨。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集(1979), 46—51页。科学出版社。
- 胡鸿钧、李尧忠、魏印心、朱惠忠、陈喜佑、施之新, 1980: 中国淡水藻类。上海科学技术出版社。
- 徐家声, 1982: 黄海晚更新世以来的孢粉组合及其古地理意义。中国孢粉学会第一届学术会议论文选集(1979), 22—31页。科学出版社。
- 浦庆余、钱方, 1977: 对元谋人化石地层——云谋组的研究。地质学报, 1期, 89—100页。
- 饶钦止, 1979: 中国鞘藻目志。科学出版社。
- Colani, M. M., 1920: Etude sur les flores Tertiaires de quelques gisements de lignit de l'Indochine et du Yunnan. Bull. Serv. Geol. l'Indochine, vol. 8, fasc. 1, pp. 1—260.
- Erdtman, G., 1957: Pollen and Spore Morphology (Plant Taxonomy) —Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. The Ronald Press Company, New York.
- Fuji, N., 1969: Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto Peninsula, Central Japan—III A palynological study of the Pliocene Oginoya and Late Miocene Hijirikawa Members. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., no. 76, pp. 185—204.
- Gerhard O. W. Kremp, and Tsugio Kawasaki, 1972: The spores of the Pteridophytes, Illustrations of the spores of the ferns and fern allies. Hirokawa Publishing Company.
- Gray, J., 1960: Forril Chlorophyceae Algae from the Miocene of Oregon. Jour. Paleontol., vol. 34, pp. 453—463.
- Jan du Chene R., 1974: Etude palynologique du Neogene et du Pleistocene inferieur de Bresse. Bulletin du B. R. G. M. Section 1, no. 4, pp. 209—235.
- , 1976: Etude palynologique de la limite plioleustocene et du Pleistocene inferieur de Bresse Ibid., Section 1, no. 2, pp. 137—144.

- Jansonius, J. & Hills, L. V., 1976: Genera file of fossil spores and pollen, vols. 1—4. Special Publication, Univ. Calgary, Canada.
- Krutzsch, W., 1961: Ueber funde von "ephedroidem" Pollen im deutschen Tertiär. Beiheft Zeitschrift Geologie, Nr. 32, S. 15—53.
- , 1962—1971: Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen, Sowie der Mikropflanzformen des nördlichen Mitteleuropas. Lief I-VII, Web Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Liu Tungsheng & Ding Menglin, 1982: Pleistocene stratigraphy and Plio/pleistocene boundary in China. Quaternary Research Association of China, pp. 1—6. China Ocean Press.
- Morley, R. J., 1982: A palaeoecological interpretation of 10000 years pollen record from Danau Padang, Central Sumatra, Indonesia. *Jour. Biogeography*, vol. 9, pp. 151—190.
- Nagy, E., 1974: A dunatuli olajpala-kutató furások regegsoranak palinológiai vizsgálat. M. All. Foldtani Intézet Evi Jelentése Az 1974, Evrol, pp. 247—261.
- Peterson, G. M., Webb III, T., Kutzbach, J. E., van der Hammen, T., Wujmstra, T. A. and Street, F. A., 1979: The continental record of environmental conditions at 18000 yr. B. P.: An initial evaluation. *Quaternary Research*, vol. 12, pp. 47—82.
- Potonié, R., 1951: Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiär. *Palaeontogr. Abt. B*, Bd. 91, S. 131—151.
- Selling, O. H., 1947: Studies in Hawaiian pollen statistics. Published by the Bishop Museum, Honolulu, Hawaii.
- Tanai, T., 1961: Neogene floral change in Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, vol. 10, pp. 119—398.
- , 1972: Tertiary history of vegetation in Japan. in *Floristics and paleofloristics of Asia and eastern North America*, edited by A. Graham, pp. 235—255. Elsevier Publishing Company.
- Thomson, P. W. & Pflug, H., 1953: Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiär. *Palaeontogr. Abt. B*, Bd. 94, S. 1—138.
- Van Geel, B., 1976: Fossil spores of Zygnemataceae in ditches of a prehistoric settlement in Hoogkarspel. *Rev. Palaeobot. Palynol.* vol. 22, pp. 337—344.
- , 1979: Preliminary report on the history of Zygnemataceae and the use of their spores as ecological markers. IV. Int. Palynol. Conf., Lucknow, vol. 1, pp. 467—469.
- & Van der Hammen, 1978: Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 25, pp. 377—392.
- Wall, D., 1967: Fossil microplankton in deep-sea core from the Caribbean Sea. *Palaeontol.*, vol. 10, pp. 95—123.
- Zagwijn, W. H., 1974: The Pliocene-Pleistocene boundary in western and southern Europe. *Boreas*, vol. 3, pp. 75—97.
- , 1960: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherland. *Mededel. Geol. Sticht.*, Serie C-III-1 no. 5, Uitgevers-Mij. "Ernest van tectst", Maastricht.
- Шатилова И. И., 1974: Палинологическое обоснование геохронологии верхнего плиоцена и плейстоцена западной Грузии. Мечниереба.

LATE CENOZOIC PALYNO-FLORA FROM ZHAOTONG, YUNNAN

Song Zhichen

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Abstract

The Tertiary floras of Yunnan Province had been studied early in the 1920's by the French Scholar M. M. Colani (1920), who collected quite a number of plant fossil specimens from the countryside around the Kunming City and from southern Yunnan and determined their geological age as Neogene. Since then, none had ever published any material to such an extent. In the years after the founding of New China, for the purposes of geological survey and exploration, a lot of Tertiary fossil floras have been found from some regions in Yunnan, such as the Jinggu flora of the Oligocene age and the Jianchuan (Chienchuan), Eryuan, Kaiyuan and Tengchong floras of the Neogene age. However, these fossil floras are too simple and inadequate to correlate with the present floras of Yunnan, which are marked by magnificent angiosperms and plentiful pteridophytes, and so it is difficult to trace back how the present floras of Yunnan evolved from those of the Tertiary.

Being numerous in number and excellent in preservation, palynology may be taken as a useful means for looking into the evolution between the present floras and the past ones. In case the spore-pollen morphologies of the present plants have been examined sufficiently, the fossil palynomorphs could be correctly compared with them and named from the present plants, then the research on the vegetational evolution by means of spore-pollen analysis would be successful. The present research is intended to be done in this manner with every possible effort.

1. The Present Vegetation of Zhaotong County

The Zhaotong County is located in the northeastern part of Yunnan Province (about $26^{\circ}36'$ — $28^{\circ}40'N$ and $102^{\circ}52'$ — $105^{\circ}16'E$). The present vegetation there belongs to transitional type between the *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* and *Pinus yunnanensis* vegetational area in the plateau basin of central Yunnan and the *Pinus yunnanensis* and Arid-hot valley vegetational area in the Jinsha River Valley. The former covers an area of about 24° — $27^{\circ}N$ and 99° — $106^{\circ}E$, while the latter about $25^{\circ}35'$ — $29^{\circ}45'N$ and 100° — $106^{\circ}E$ (according to "The Vegetation of China").

The horizontal vegetation in the former vegetational area is the evergreen broad-leaved forest composed mainly of *Cyclobalanopsis glaucoides*, *C. delavayi*, *Castanopsis delavayi*, *C. orthacantha*, etc., with a few genera of deciduous and hard-leaved trees such as *Quercus* and *Ilex*. Otherwise, *Pinus yunnanensis* along with *P. armandii* and *Keteleeria evelyniana* might form the conifer forest at a higher altitude.

The horizontal vegetation in the latter vegetational area is composed chiefly of *Cyclobalanopsis glaucoides*, *C. delavayi*, *Castanopsis delavayi*, etc., in association with some lauraceous and theaceous trees such as *Machilus yunnanensis*, *Ternstroemia gymnanthera* and *Schima argentea*.

Above the horizontal vegetation, there is a mixed forest vegetation formed by such conifer trees as *Tsuga* and *Picea* as well as some deciduous angiosperm trees such as *Acer* and *Betula*, in addition to some shrubby trees such as *Rhododendron* in the lower part of the forest. Further upwards are found the conifer forest and hard-leaved evergreen *Quercus* forest, including some species of *Abies* and *Picea* in the former and *Quercus aquifolioides*, *Q. pannosa*, etc. in the latter. Above 3000 m is the vegetational zone of meadow thickets composed of *Rhododendron*, *Juniperus*, *Spirea* and Gramineae, Cyperaceae, Compositae, Liliaceae, Gentianaceae and Umbelliferae, etc..

2. Stratigraphy and Drilling Sections

The Upper Tertiary is a series of important coal-bearing strata in Yunnan Province, which are deposited in the intermontane basins formed by the H₁malayan movement. According to the drilling records in general, the Late Cenozoic (including Upper Tertiary and Quaternary) strata in Zhaotong County consist mainly of the following layers (in descending order):

1) soil	5—7 m
2) clay	14—20 m
3) sandy clay	50—184 m
4) argillaceous sand	0—20 m
5) lignite	50—120 m
6) lignite with clay	27—44 m
7) clay and sandy clay	40—66 m
8) fine sand, clay and gravel	0—8 m
9) sandy clay	up to 20 m

3. Characteristics of Palynological Assemblage Zones

Based on the palynological assemblages in each of the drilling sections (including Drillings 705, 3411 and 2214), some palynological assemblage zones and subzones may be summarized in ascending order as follows:

Assemblage zone I This zone only appears at 410 m below Drilling Section 705. The palynomorphs in this zone are not abundant and therefore, their palynological characteristics so far still remain unclear. on the other hand, there occur more or less palynomorphs related to Polypodiaceae, *Pinus*, *Tsuga*, *Keteleeria* as well as *Quercus* and *Castanea*-types, Retitricolporites and herbs, in addition to a sporadical collection of the specimens of *Myriophyllum* and *Ovoidites*.

Assemblage zone II This zone including Palynoassemblages no. II of Drilling 705 and no. I of Drilling 3411, is marked by a higher percentage of fern spores and can be easily distinguished from other zones. Based on the 3—4 high peaks of the spore curve (in high value stages) and other characteristics, this zone may be divided into the following three subzones:

Subzone II₁ This is the first peak of the spore curve, with a percentage of spores commonly over 20%, and possibly up to 44—60%. The conifer pollen has a smaller value, commonly about 5—6%, at most 10%, with *Pinus pollenites* and *Keteleeriaepollenites* always appearing in them. Some elements such as *Quercus*-type (20% in general), *Castaneatype* (5—8%), Oleaceae (6—8%), Leguminosae (2—4%), *Ulmus* (1—4%) and *Carya* (2—4%) are also present, but *Atrius*, *Betula*, *Celtis*, *Myrica*, and *Corylus* or *Juglans* are occasionally seen. In total percentages, the herbs and Tricolpopollenites may reach a high value, but the pollen grains of Grami-

nae. *Potamogeton*, *Myriophyllum* and *Rhododendron* as well as *Ovoidites* are only occasionally found.

Subzone II₂ This subzone is characterized by the various types of angiosperm with higher percentages. Except the *Quercus*-type and *Castanea*-type with the same percentage as in Subzone II₁, the contents of Oleaceae (up to 10—12%), Rosaceae (up to 12.9%), Leguminosae (up to 7—8%) and *Corylus* (up to 10%) increase; especially *Alnus* (up to 8%), *Betula*, *Celtis*, Apocynaceae and *Myrica* continue their appearance, with the latter two members chiefly occurring in this subzone. The spore curve reaches a high peak in its middle part, amounting to 40—46%, mainly of the polypodiaceous lavigato-type. Conifer pollen occupies a moderate amount, while *Myriophyllum* and Oenotheraceae pollen only occasionally appears. Algal elements including *Ovoidites* and *Psiloschizosporis* are always present and sometimes rather plentiful, together with a few specimens of *Tetrapidites*.

Subzone II₃ This subzone shows a transitional character from Assemblage zones II to III, marking a gradual increase in the percentage of conifer pollen and a decrease in the spore value. The percentage of spore in this subzone is also high, amounting to 40—50%, and also mainly of the polypodiaceous lavegato-type. Conifer pollen is less in percentage than that in Subzone II₂, but increases quickly in the upper part of this subzone. Angiosperm members are complicate, with their main elements *Quercus*-type, Oleaceae, Retitricolporites, Rosaceae, *Ulmus*, *Carya*. Herbs and Tricolpopollenites decreasing in percentage, and the *Castanea*-type, Leguminosae, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, etc., either increasing or decreasing at different localities. *Celtis*, Apocynaceae and *Myrica* may also be continuously present at the lower part and *Trapa* may be occasionally found at the upper part of this subzone. The algal elements such as *Ovoidites* and *Psiloschizosporis* are very plentiful in some areas, but the *Pediastrum* developed in the following assemblage zone is absent or with only a few specimens in this subzone.

Assemblage zone III This assemblage zone containing palyno-assemblages no. III of Drilling 705, no. II of Drilling 3411 and nos. 1—3 of Drilling 2214, is characterized by a low percentage of fern spore, a high percentage of conifer pollen and an increasing value of the *Quercus*-type. According to the three high peaks of the conifer pollen curve and other characters, this zone can be subdivided into the following three subzones:

Subzone III₁ The characteristics of this subzone show a sharp decline in the spore curve and gradually increases to a peak and then with a decline in the conifer pollen curve. The percentages of conifer members such as *Pinuspollenites*, *Tsugaepollenites*, *Abiespollenites* and *Piceapollenites* are rising up to a high value in different ways. The *Quercus*-type and herbs increase in value, other members of angiosperm increase or decrease in different sections, e.g. the percentages of Oleaceae, Retitricolporites, *Alnus*, *Betula* and *Corylus* increase in Drilling 705, but decrease in Section 3411. Otherwise, the pollen grains of *Celtis*, *Myrica*, *Liquidambar*, *Rhododendron*, *Myriophyllum* and Oenotheraceae occasionally occur, with several *Trapa* pollen in the lower part of this subzone. In Zhaotong County algal plants of *Pediastrum* spread widely in this subzone, with a few specimens of *Boiryococcus* found in some areas.

Subzone III₂ In the studied sections the assemblages of this subzone are marked by the spore curve decreasing to the lowest value. The conifer members are higher in percentage, especially *Tsugaepollenites*, amounting to 22.6%, *Abiespollenites* and *Piceapollenites* to 5—7%. The angiosperm members bear almost the same percentages as in Subzone III₁, but Retitricolporites

quickly increases from 2% to 10—11.9% and *Alnus* sharply declines from 14.2% to 2% in individual horizons, *Celtis* and *Myrica* are absent, while *Liquidambar*, *Rhododendron* and *Myriophyllum* only occasionally occur. The algal plants of *Pediastrum* and *Ovoidites* are also plentiful, with only a few specimens of *Botryococcus*.

Subzone III₁ The spore curve is low in the lower part but reaches to a moderate level in the upper part of this subzone. The conifer pollen curve rises to a high peak, *Tsugaepollenites*, *Abiespollenites* and *Piceapollenites* increase in value at different levels, *Abiespollenites* and *Piceapollenites* amounting to 8% and *Tsugaepollenites* to 24%, representing the highest percentages in the studied sections. The curves of angiosperm members are roughly the same as in Subzone III₂, but Leguminosae and *Ulmus* amount to 12% and 8% respectively in individual points, *Alnus* sometime up to 5% and *Betula* to 7% in the upper part. Herbs and Tricolpopollenites also obviously increase in the upper part; while algal *Pediastrum* develops somewhere.

Assemblage zone IV This zone including assemblages no. IV of Drilling 705, no. III of Drilling 3411 and no. 4 of Drilling 2214, is marked by an obvious decline in the number of the *Quercus*-type and a sharp increase in the number of herbs and Tricolpopollenites. The fern spores gradually increase to 35% and then begin to decline, the conifer pollen shows an arcuate curve, which gradually declines and then rises again, consisting mainly of *Pinuspollenites*, with *Abiespollenites*, *Piceapollenites* and *Tsugaepollenites* sporadically present. Algal *Pediastrum* and *Ovoidites* are developed in somewhere along with a few specimens of *Concentricystis*.

To sum up, fern spore has a higher percentage in Assemblage Zone II, but lower in Zone III, and gradually increases in Zone IV, the conifer pollen percentage is very low in Zone I, but increases slightly in Zone II and sharply in Zone III and then begins to decline. The angiosperm members are complex in content; those of the *Quercus*-type only less in Zone I, more in Zone III and most in Zone II, but very few in Zone IV; Herbs and Tricolpopollenites are less in Zone I, plentiful in Zones II and IV, and more in Zone II. Therefore, the writer would like to call Zone I the poor assemblage zone, Zone II the spore-dominant assemblage zone, Zone III the conifer pollen-dominant assemblage zone and Zone IV the herb pollen-dominant assemblage zone.

4. The Geological Age of Assemblage Zones

Before dating the geological age of each palynological assemblage zone, it would be helpful to discuss some related problems.

1) Problem on Pliocene/Pleistocene boundary

The lower boundary of the Quaternary has been a problem in dispute for a long time among the geological circles. According to the recommendation adopted by the 18th International Geological Congress, the Pliocene/Pleistocene boundary should be drawn on the basis of the changes in marine faunas, at the horizons of the first indication of climatic deterioration in the Italian Neogene succession, and the marine Calabrian Stage and its terrestrial equivalent—the Villafranchian Stage were placed in the Lower Pleistocene as its basal members. Unfortunately, latter researches revealed that the marine Calabrian Stage is not completely corresponding to the terrestrial Villafranchian Stage, and the former may be correlated to the upper part of the latter in geological chronology.

For continental sequences, the climatic deterioration as the beginning of glaciation, is however, more important in delimitating the boundary of the Lower Quaternary. According to Zagwin (1960, 1974), the macrofloras of the so-called Reuver and Tiglian Stages of the Upper Pliocene from the Netherlands are not the same in terms of detailed research on palynology. The elements related to the present-day plants of East Asia and North America are rich in species, amounting to 50% the total number of all the species in the former stage, but only 15% in the latter stage. The disappearance of thermophilic elements in the Tiglian flora was caused by the change of cold climate. Hence, between the stages of Reuver and Tiglian, there is a cooling climatic phase, called Praetiglian Stage. In the light of the recommendation adopted by the 18th International Geological Congress, the Pliocene/Pleistocene boundary should be placed at the horizon of the first indication of the climatic deterioration in the Neogen succession, and from the viewpoints of palaeobotany and palynology, the Pliocene-Pleistocene boundary in western Europe may be defined at the base of Praetiglian cold stage, *i.e.* between Reuver and Praetiglian.

The climatic change as a symbol to define the Pliocene-Pleistocene boundary has been accepted and widely used in Europe and North America. In China, this symbol has also been found in many places on the basis of recent palynological studies. For example, the palynological assemblages between the Upper Pliocene (Riparian red clay) and the Lower Pleistocene (the Nihewan, Youhe and Sanmem Formations) are not the same, with the conifer members such as *Pinus*, *Picea* and *Abies* being less present in Upper Pliocene but predominant in Lower Pleistocene, showing an obvious climatic deterioration there in the past. Such climatic events have also been found from the relative deposits in East China and some areas in Southwest China. In the writer's opinion, although it is a complicated problem to define the lower boundary of the continental Quaternary, this problem can be readily solved only by relying on sufficient available data. However, all the facts mentioned above have shown that the climatic deterioration related to the glaciation at the outset of Quaternary should be taken into full account, and in addition to other respects, such a climatic factor may be considered as the characteristic symbol to define the lower boundary of the continental Quaternary, *i.e.* the boundary between Pliocene and Pleistocene.

Now, let's turn back to the characteristic of the palynological zones in Zhaotong County. From the above statement it is known that in Zhaotong, Palynological Zone II is predominated by fern spores and Zone III by conifer pollen. The changes of predominant members between two palynological zones are caused by both climatic and topographical factors, the former being chief factor for these changes. Because near the boundary line of Palynological Zones II and III, the Pinaceae, especially *Pinus*, *Picea* and *Abies* elements occur in abundance, some temperate members such as *Alnus*, *Betula* and *Corylus* also grow in large numbers. Tropical-subtropical elements such as *Celtis*, Apocynaceae (including *Parsonia*, *Microchites*, *Wright* and *Ecdysanthera*), Myrtaceae (including *Decaspermum*, *Rhodomyrtus*) and *Myrica* are almost absent or sporadically present, whereas some members of Araliaceae, Rutaceae and Euphorbiaceae, including *Aralia*, *Schefflera*, *Microdesmis*, *Antidesma*, *Casaria*, *Glycosmis*, *Corylopsis*, etc. are always continuously present below this boundary line, but become very few or absent above this line. All of these are the evidence showing the climatic change between two palynological zones, known as the first deterioration in the Neogene succession of the Zhaotong County. Hence, the writer is inclined to believe that, from the viewpoint of palynology, the Pliocene-Pleistocene boundary in Zhaotong County may be defined at the base of Palynological Zone III, or at the top of Zone II. In other words, Palynological Zone II (the strata of the lignite

layer and clay-bearing lignite layer) belongs to Pliocene, and Zone III to Pleistocene in geological age.

2) Problem on the Pleistocene-Holocene boundary

The problem how long the geological time of Holocene is has not been determined at all, but the view that it was a geological period after the glaciation of Pleistocene and that its climate was gradually becoming warm in Holocene, is commonly accepted in geological circles.

The Holocene may be divided either into: preboreal, boreal, atlantic, subboreal and subatlantic stages by A. Blytt-R. Sernder, or into paleo-, early, middle and late stages by M. N. Neuschet. In Holocene the climatic changes ranged universally from cold in the early stage to warm and humid in the middle stage and then reversed in the late stage all over the world, at least in the North Hemisphere.

Evidence of such climatic changes in the Holocene of China also can be seen in many places. For instance, in southern Liaoning, the Holocene palynological assemblages may be divided into the *Betula* pollen-dominant zone in the early stage, the broad-leaved tree-dominant zone in the middle stage and the mixed forest zone (composed of conifer and broad-leaved trees) in the late stage. In the vast area of North and East China, there are also three Holocene palynological assemblages, namely, *Pinus* + *Betula* assemblage, *Quercus*-dominant assemblage and *Pinus* + *Quercus* assemblage. The broad-leaved tree and *Quercus* dominant assemblages would reflect the optimum condition in Holocene, which can be found in the Three-River Plain of Heilongjiang in north, the Huishui basin of Guizhou Province in south and the Huang Hai (Yellow Sea) in east, indicating that the Holocene climatic changes in this way are also commonly widespread in China.

Palynological Zone IV of Zhaotong County shows the following characteristics: a) The percentage of the conifer pollen is predominant in the early stage, decreasing gradually to a low value in the middle stage and then increasing to a high value in the late stage; b) The fern spore curve is just contrast with the conifer pollen curve, with a high peak in the middle stage; and c) The content of the *Quercus*-type pollen is just the same as that of the fern spores otherwise the herbs and Tricolpopollenites increase in number. The diagram of Palynological Zone IV is almost similar to that of the Holocene palynological assemblages somewhere in China as stated above, so it is appropriate to believe that Palynological Zone IV of Zhaotong County should be assigned to Holocene in geological age. The vegetation represented by the assemblages of Zone IV is more or less similar in character to the present vegetation of Zhaotong County (the middle mountainous *Pinus yunnanensis* and meadow on the northeastern Yunnan plateau) this fact also reveals the Holocene age of Palynological Zone IV in Zhaotong County.

3) Problem on the Miocene Strata

It is still a doubt whether the Miocene strata have been deposited in the studied drilling sections of Zhaotong County. In general, the Miocene climate is milder and more favourable to the growth of plants than the Pliocene climate. But in the present study, Palynological Zone I is very poor in spores and pollen grains, which are inadequate to define the geological age correctly. This problem will be solved only when more available data have been accumulated in the future.

To sum up, the geological ages of palynological zones are determined as follows:

Palynozone IV, Holocene;

Palynozone III, Pleistocene;

Palynozone II, Pliocene;

Palynozone I, possibly Pre-Pliocene² or Miocene.

5. The Flora of Each Palynozone

The vegetational components of Pliocene and Quaternary floras in Zhaotong area are very plentiful, with about 320 types (species), of 159 genera have been recorded. They belong to *Pediastrum* and Zygnemataceae of Algae; Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Osmundaceae, Gleicheniaceae, Lygodiaceae, Sinopteridaceae, Cyatheaceae, Davalliaceae, Hymenophyllaceae, Dicksoniaceae, Pteridaceae, Athyriaceae and Polypodiaceae, etc. in Pteridophyta; Podocarpaceae and Pinaceae in Coniferae; Fagaceae, Myricaceae, Juglandaceae, Betulaceae, Ulmaceae, Apocynaceae, Tiliaceae, Hamamelidaceae, Symplocaceae, Buxaceae, Polygonaceae, Caprifoliaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Saxifragaceae, Scrophylariaceae, Styraceae, Anacardiaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae, Euphorbiaceae, Cornaceae, Lardizabalaceae, Leguminosae, Lythraceae, Magnoliaceae and Myrtaceae, etc. in Angiosperm.

Palynozone I The spores and pollen grains in this zone are too few to discuss this problem.

Palynozone II Some species represented by palynomorphs have been only found in this zone, such as *Myrica adenophora*, *M. esculenta*, *Engelhardtia* sp., *Parsonia* sp., *Micrechites polyantha*, *Wright?* sp., *Lambertia?* sp., *Liriodendron chinensis*, *Magnolia* sp., *Ilex asprella*, *I. macrocarpa*, *Aralia* sp., *Schefflera* sp., *Phyllanthus flexuosus*, *Microdesmis casdarifolia*, *Antidesma* sp., *Casaria villilimba*, *Decaspermum gracilentum*, *Rhodomyrtus tomentosa*, *Adina* sp., *Dodanaea viscosa*, *Erioglossum rubiginosum*, *Mischocarpus?* sp., *Corylopsis* sp.. They are seen in the present flora from south-central Yunnan, Guangxi and Guangdong Provinces, with some species also spreading over the Indo-China Peninsula and India. These species as well as *Quercus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Lithocarpus* and *Cyclobalanopsis* are composed of the horizontal vegetation of Zhaotong County in the Pliocene period.

It is interesting to find that some specimens of *Lambertia* (?) of Proteaceae in this zone, the family of which grows only in the South Hemisphere at present, and a few specimens of the same family are also found in the lignite of central Yunnan (see Li Wenyi et al., 1978, pl. IV, fig. 29). The exotic elements also found in the Pteridophyta class, those species determined in this paper such as *Leptolepia novae-zelandiae*, and some indeterminable types (possibly *Ormopteris gleichenioides* and others) as well as *Planea aquitica* of angiosperm, all of which do not grow in our country today, but were spread in Tertiary, this giving light on the regionalization and evolution of the Chinese flora.

For this reason, the writer infers that the horizontal vegetation of Zhaotong County in Pliocene might be similar to the present vegetational form occurring in the basin of the central Yunnan Plateau, composed mainly of *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* and *Quercus*, and mingled with many plants mentioned above and many filicales as well. Owing to the presence of exotic and tropical elements, the Pliocene vegetation in Zhaotong is more plentiful, reflecting a more suitable condition for plants than the present vegetation of central Yunnan.

Palynozone III The flora of this zone is similar to that of Palynozone II, consisting mainly of Fagaceae trees, such as *Quercus*, *Castanea*, *Castanopsis* and *Cyclobalanopsis*, associated with many trees of Juglandaceae, Ulmaceae, Euphorbiaceae, Lardizabalaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Araliaceae, Theaceae, etc. All of these trees grow in Yunnan Province and South

China at the present day. This flora is very similar to the vegetation type of the present *Cyclobalanopsis-Castanopsis-Pinus yunnanensis* horizontal vegetation of central Yunnan, at least at the interglacial time. At the glacial time, owing to the widespread pinaceous trees, the horizontal vegetation would be the mixed forest composed mainly of *Quercus* and *Pinus yunnanensis*, just representing the second vegetational zone at the interglacial time. Above this vegetational zone would be the coniferous zone composed mainly of *Tsuga*, *Picea* and *Abies*, with some trees or shrubs of *Betulaceae*, *Lonicera* *Rhododendron*, etc.

Palynozone IV In the early stage, the flora of this zone is similar to the horizontal vegetation of the Pleistocene glacial time. In the middle stage, it is similar to that of the interglacial time. In the last stage, owing to the widely developed herbs, the horizontal vegetation would be almost similar to the present-day vegetation in Zhaotong County.

图 版 说 明

(所有玻片保存于中国科学院南京地质古生物研究所。玻片编号 705 和 3411 开头者,系指 705 和 3411 钻井的标本。除注明倍数者外,被子植物、松柏类花粉和蕨类孢子均放大 800 倍;藻类化石均放大 500 倍。)

图 版 I

- 1,2. *Pediastrum simplex* var. *longicorne* (var. nov.)
玻片号: 3411-15-2 (正模)。更新统。
- 3, 4, 9, 10. *Pediastrum borvanum* (Turp.) Meneghini
玻片号: 3, 10($\times 800$), 705-9-1; 4.705-9-2; 9.705-9-4。更新统。
- 5,6. *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Raciborski
玻片号: 705-14-1。更新统。
7. *Pediastrum boryanum* var. *undulatum* Wille
玻片号: 705-8。更新统。
8. *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemm.
玻片号: 705-9-3。更新统。
11. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost
玻片号: 3411-22-1。更新统。

图 版 II

- 1,7. *Pediastrum zhaotongense* (sp. nov.)
玻片号: 1 (副模), 705-4-2; 7.705-8。更新统。
2. *Pediastrum zhaotongense* var. *spinatum* (sp. et var. nov.)
玻片号: 705-4-2 (正模)。更新统。
- 3, 6, 9. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost
玻片号: 3.705-15-2; 6.705-9-4; 9.705-8。更新统。
- 4,8. *Pediastrum zhaotongense* var. *parallelum* (sp. et var. nov.)
玻片号: 4.705-8; 8 (正模), 705-4-2。更新统。
5. *Comasphaeridium* sp.
玻片号: 3411-1-2。全新统。

图 版 III

- 1, 3. *Pediastrum zhaotongense* var. *parallelum* (sp. et var. nov.)
玻片号: 1.705-4-2; 3.705-4-2。更新统。
- 2, 4, 8. *Pediastrum zhaotongense* (sp. nov.)
玻片号: 2, 4.705-4-1; 8 (正模), 705-4-1。更新统。
- 5,7. *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemm.
玻片号: 5.705-5-1; 7($\times 800$), 705-17-3。更新统。
6. *Leiosphaeridia* sp.
 $\times 800$, 玻片号: 705-26-1-2。上新统。
9. *Diporicellaesporites* sp.
 $\times 800$, 玻片号: 3411-26-1。更新统。
10. Fungal spore? $\times 800$
玻片号: 3411-26-1。更新统。
11. *Pediastrum zhaotongense* (sp. nov.)
 $\times 800$, 玻片号: 3411-38-2。上新统。

图 版 IV

- 1—3. *Concentricystes panshanensis* Jiabo
×800, 玻片号: 3411-3-2。全新统。
4. *Granodiscus* sp.
×800, 玻片号: 705-26-1-1。上新统。
- 5, 6. *Tetrapidites ichsensis* (Frantz) (comb. nov.)
×800, 玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 7, 8. *Tetrapidites psilatus* Klaus ex Meyer
×800, 玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 9, 10. *Ovoidites ligneolus* Potonie type 1
玻片号: 9.3411-4-2; 10.3411-4-1。全新统。
- 11, 12. *Ovoidites ligneolus* Potonie type 2
玻片号: 11.3411-4-2; 12.3411-1-2。全新统。
13. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost
玻片号: 705-4-1。更新统。
14. *Pediastrum simplex* var. *spinatum* (var. nov.)
×800, 玻片号: 705-9-1 (正模)。更新统。

图 版 V

1. *Foveinaperturites* sp. 1
玻片号: 3411-3-7。全新统。
- 2, 3. *Foveinaperturites* sp. 2
玻片号: 705-38-2-2。上新统。
- 4, 5. *Psiloschizosporis parvus* (Cookson et Dettmann) Jain
玻片号: 705-38-2-2。上新统。
- 6, 7. *Psiloschizosporis* sp. 1
玻片号: 705-24-19-1。上新统。
8. *Psiloschizosporis* sp. 2
玻片号: 3411-37-1。上新统。
9. *Psiloschizosporis* sp. 3
玻片号: 705-19-1。更新统。
- 10—12. *Botryococcus braunii* Kutz.
×800, 玻片号: 10.3411-15-1; 19.3411-22-2; 12.3411-22-3。更新统。
13. *Psiloschizosporis* sp. 4
玻片号: 705-24-19-1。上新统。

图 版 VI

(除注明倍数者外, 均×800)

- 1, 2. *Leiosphaeridia?* sp. 3
玻片号: 3411-4-2。全新统。
- 3, 12. Sporangium of *Oogonium?*
12(×320), 玻片号: 3411-41-1。上新统。
4. *Psiloschizosporis* sp. 5
玻片号: 3411-33-2。上新统。
5. *Leiosphaeridia* sp. 1
玻片号: 3411-4-2。全新统。
6. *Leiosphaeridia* sp. 2
玻片号: 3411-25-1。更新统。
- 7, 8. Indeterminable form
玻片号: 705-17-2。更新统。
- 9, 10. *Botryococcus braunii* Kutz.
玻片号: 9.705-19-2; 10.3411-22-2。更新统。
11. *Ovoidites ligneolus* Potonie type 3
×500, 玻片号: 3411-4-1。全新统。

图 版 VII

Indeterminable forms, $\times 800$

1. 玻片号: 3411-1-2。全新统。
- 2, 4, 5, 7, 10. 玻片号: 3411-3-2。全新统。
3. 玻片号: 705-19-2。更新统。
6. 玻片号: 3411-10-1。更新统。
- 8, 11. $\times 320$ 。玻片号: 3411-1-1。全新统。
9. 玻片号: 3411-25-1。更新统。
12. 玻片号: 705-9-3。更新统。

图 版 VIII

- 1, 2. *Sphagnum* spp.
玻片号: 1. 3411-27; 2. 3411-30。上新统。
- 3, 4. *Hicriopteris glauca* (Thunb.) Ching
玻片号: 3411-39-1。上新统。
- 5, 6. *Cyathea gigantea* (Wall.) Holttum
玻片号: 3411-54-1。上新统。
- 7, 8. *Cyathea* cf. *podophylla* (Hook.) Copel.
玻片号: 705-35-4。上新统。
9. *Hicriopteris laevisissima* (Christ) Ching
玻片号: 3411-4-2。全新统。
- 10, 11, 15(?). *Hicriopteris chinensis* (Ros.) Ching
玻片号: 10, 11. 3411-39-2, 上新统; 15. 705-4-1, 更新统。
- 12, 13. Indeterminable spore 2
玻片号: 3411-4-2。全新统。
14. *Lycopodium veitchii* Christ
玻片号: 705-17-1。更新统。
- 16, 17. *Lycopodium hamiltoni* Spring
玻片号: 705-35-4。上新统。
- 18, 19. *Lycopodium* cf. *pselaceum* Hamilt.
玻片号: 3411-3-2。全新统。
- 20-23. Indeterminable spore 1
玻片号: 3411-37-1。上新统。

图 版 IX

- 1-3. Indeterminable spore 4
玻片号: 1. 3411-21-1; 2. 3411-10-1; 3. 3411-10-2。更新统。
- 4-6. *Vandenboschia* sp. 1
4, 5. $\times 500$ 。玻片号: 705-9-1。更新统。
- 7, 8. Indeterminable spore 3
玻片号: 3411-25-2。更新统。
- 9, 10. *Pteris morii* Masamune
玻片号: 3411-5-1。更新统。
- 11, 12. *Vanbenbschia*? sp. 2
玻片号: 3411-10-1。更新统。
13. *Lygodium* sp. 1
玻片号: 3411-4-1。全新统。

图 版 X

- 1, 2. *Pteris shweliensis* Ching
玻片号: 3411-39-1。上新统。
- 3, 4. *Pteris* cf. *amoena* Bl.
玻片号: 705-34-4。上新统。

5. *Osmunda banksiifolia* (Presl) Kuhn
玻片号: 3411-27-2。更新统。
- 6, 7. *Osmunda* cf. *vachellii* Hook
玻片号: 3411-33-1。上新统。
- 8-12. *Leptolepia* sp.
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
13. *Selaginella* cf. *labordei* Hieron
玻片号: 3411-33-1。上新统。
14. *Lygodium* sp. 2
玻片号: 705-2-2。更新统。

图 版 XI

- 1-3. *Cheilanthes* cf. *chusana* Hook
玻片号: 705-19-1。更新统。
- 4, 5. *Pteris* cf. *yunnanensis* Christ
玻片号: 3411-54-2。上新统。
6. *Pteris centrochinensis* Ching
玻片号: 3411-54-1。上新统。
- 7, 8. *Sinopteris*? sp.
玻片号: 3411-3。全新统。
- 9, 10. *Pteris* sp.
玻片号: 705-35-1。上新统。
- 11, 12. *Onychium* sp.
玻片号: 705-35-2。上新统。
- 13, 14. *Onychium lucidum* (Don.) Spreng
玻片号: 3411-21-2。更新统。
15. *Polypodiaceae sporites pseudodiscordatus* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 3411-38-2。上新统。
16. *Onychium contiguum* (Wall.) Hope
玻片号: 3411-4-2。全新统。

图 版 XII

1. *Polypodiaceae sporites* sp. 1
玻片号: 705-35-2。上新统。
2. *Polypodiaceae sporites* sp. 2
玻片号: 3411-39-2。上新统。
- 3-5, 7. *Polypodiaceae sporites haardtii* subsp. *haardtii* (Potonie et Venitz) Thiergart
玻片号: 3, 5, 7. 705-24-19-1; 4. 705-24-19-2。上新统。
- 6, 8, 9. *Polypodiaceae sporites ovatus* (Wilson et Webests)
玻片号: 6. 705-24-19-1; 8, 9. 705-24-19-2。上新统。
- 10, 11. *Polypodiaceae sporites haardtii* subsp. *haardtoides* Krutzsch
玻片号: 10. 3411-37-2; 11. 3411-36-2。上新统。
- 12, 13. *Polypodiaceae sporites subrotundus* Song et Zhong
玻片号: 12. 3411-21-2, 更新统; 13. 3411-55-1, 上新统。
14. *Polypodiaceae sporites*? sp.
玻片号: 705-33-2。上新统。
15. *Humata assamica* (Bedd.) C. Chr.
玻片号: 3411-27-2。更新统。
16. *Polypodiaceae sporites adiscordatus* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 3411-43-1。上新统。
- 17, 18. *Cibotium barometz* (Linn.) J. Sm.
玻片号: 3411-10-2。更新统。
- 19, 20. *Pellaea*? sp.
玻片号: 705-17-3。更新统。

图 版 XIII

- 1, 11. *Pyrrosia martinii* (Christ) Ching
玻片号: 1.705-19-2, 更新统; 11.3411-41-2。上新统。
- 2, 7. *Pyrrosia* sp. 1
玻片号: 2.3411-21-1; 7.705-6。更新统。
- 3, 4. *Pyrrosia gralla* (Gies.) Ching
玻片号: 3411-39-2。上新统。
5. *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farwell
玻片号: 705-2-1。更新统。
6. *Pyrrosia?* sp. 2
玻片号: 3411-25-1。更新统。
8. *Leptochilus* sp.
玻片号: 3411-38-2。上新统。
- 9, 10. *Pyrrosia sheareri* (Bak.) Ching
玻片号: 705-34-1。上新统。

图 版 XIV

- 1, 2. *Polypodium formosana* Bak.
玻片号: 1.705-19-2; 2.705-6。更新统。
3. *Polypodium microrhizoma* Clarke
玻片号: 3411-55-1。上新统。
4. *Polypodium* sp. 3
玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 5, 6. *Polypodium dielsianum* C. Chr.
玻片号: 3411-38-1。上新统。
- 7, 8. *Polypodium* sp. 2
玻片号: 3411-38-2。上新统。
9. *Araiostegia* cf. *parvipinnula* (Hay.) Cop.
玻片号: 705-6。更新统。
10. *Araiostegia* cf. *beddomei* (Hope) Ching
玻片号: 3411-3-3。全新统。
- 11, 12. *Leudostegia immersa* (Wall.) Presl
玻片号: 3411-14-3。更新统。
- 13, 14. *Lepidogrammitis rostrata* (Bedd.) Ching
玻片号: 705-6。更新统。
15. *Dryotaenium miyoshianum* (Makino) Makino
玻片号: 705-6。更新统。

图 版 XV

1. *Polypodium mengtzensense* Christ
玻片号: 705-6。更新统。
- 2, 5, 6. *Davallia sinensis* Ching
玻片号: 2.705-6; 5, 6.705-9-3。更新统。
3. *Lepisorus* sp.
玻片号: 3411-14-3。更新统。
4. *Humata* sp.
玻片号: 3411-4-2。全新统。
7. *Cystopteris* sp.
玻片号: 3411-21-2。更新统。
8. *Polypodium* sp. 1
玻片号: 3411-3-3。全新统。
- 9, 10. *Polypodium serratum* (Willd.) Futo
玻片号: 3411-3-2。全新统。
11. *Arthromeris* sp.

- 玻片号: 3411-4-2。全新统。
12. *Neolepisorus* sp.
玻片号: 705-38-2-2。上新统。
13. *Davallia* sp.
玻片号: 705-38-2-3。上新统。
- 14, 15. *Dryoathyrium edentulum* (Kze.) Ching
玻片号: 14.3411-4-1; 15.3411-3-1。全新统。
16. *Polypodium aureum* L.
玻片号: 705-38-2-2。上新统。

图 版 XVI

- 1, 2. *Lepisorus bicolor* (Takeda) Ching
玻片号: 1.3411-54-1; 2.3411-46-1。上新统。
3. *Lepisorus* sp.
玻片号: 705-4。更新统。
- 4, 5, 7. *Neolepisorus ensatus* (Thbg.) Ching
玻片号: 4, 5.705-2-2; 7.705-6。更新统。
6. *Araiostegia* sp.
玻片号: 705-6。更新统。
- 8, 11. *Larix potaninii* Batal
玻片号: 8($\times 320$), 705-13-1; 11($\times 500$), 705-15-2。更新统。
- 9, 10. *Tsugaepollenites* sp. 2
玻片号: 705-9-4。更新统。
12. *Humata assamica* (Bedd.) C. Chr.
玻片号: 3411-38-1。上新统。
13. *Polypodium niponicum* Mett.
玻片号: 705-2-1。更新统。

图 版 XVII

- 1—4. *Tsugaepollenites parvisaccatus* (sp. nov.)
玻片号: 1—3. 705-9-3 (正模); 4.705-5-1。更新统。
- 5—8. *Tsugaepollenites verruspinus* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 5($\times 500$), 705-2-1; 6, 8.3411-25-1; 7($\times 500$), 3411-23-2。更新统。
9. *Tsugaepollenites gracilis* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 3411-46-1。上新统。
10. *Larix* sp.
玻片号: 3411-5-2。更新统。
- 11—13. *Tsugaepollenites spinulosus* (Krutzsch) Ke et Shi
玻片号: 11, 12.705-9-3; 13.705-6。更新统。

图 版 XVIII

- 1, 2. *Tsugaepollenites* sp. 1
玻片号: 3411-15-1。上新统。
- 3—6. *Tsugaepollenites azonalis* (Krutzsch) Li
玻片号: 3, 4($\times 500$), 705-4-2; 5.705-17-1; 6($\times 500$), 705-5-3。更新统。
- 7, 9. *Tsugaepollenites gracilis* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 7.3411-41-2; 9.3411-33-1。上新统。
8. *Tsugaepollenites sinuozonatus* (sp. nov.)
玻片号: 3411-27-2。更新统。
- 10—12. *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* Potonie
玻片号: 705-9-4。更新统。
13. *Tsugaepollenites spinulosus* (Krutzsch) Ke et Shi
玻片号: 705-15-2。更新统。

图 版 XIX

- 1—3. *Tsugaepollenites minimus* (Krutzsch) Ke et Shi
玻片号: 705-9-2。更新统。
- 4—7. *Tsugaepollenites igniculus* f. *minor* Potonie et Venitz
玻片号: 4.705-6; 5.705-2-2; 6.705-15-1; 更新统。7.705-35-3; 上新统。
8. *Tsugaepollenites zonatus* Song et Zhong
玻片号: 3411-5-2。更新统。
9. *Tsugaepollenites azonalis* (Krutzsch) Li
玻片号: 705-4-1。更新统。
10. *Tsugaepollenites spinulosus* (Krutzsch) Ke et Shi
玻片号: 3411-5-1。更新统。
- 11, 12. *Quercus* type 1
玻片号: 3411-15-1。更新统。
13. *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* Potonie
玻片号: 3411-3-2。全新统。

图 版 XX

- 1—4. *Podocarpus macrophylla* D. Don.
玻片号: 705-9-1。更新统。
5. *Podocarpus* cf. *nagi* Pilg.
玻片号: 3411-41-2。上新统。
- 6—10. *Pinuspollenites microinsignis* (Krutzsch) Song et Zhong
玻片号: 6.705-9-1; 7.8.3411-22-1; 9.3411-10-2; 更新统。10.3411-46-1; 上新统。
11. *Pinuspollenites insignis* (Naum. ex Bolch.) (comb. nov.)
玻片号: 3411-28-1。上新统。
- 12, 13. *Pinuspollenites microsibiricus* (Zakl.) Ke et Shi
玻片号: 3411-43-1。上新统。
14. *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* Potonie
玻片号: 705-13-1。更新统。
15. *Podocarpus* cf. *wallichiana* Presl.
玻片号: 705-19-1。更新统。

图 版 XXI

1. *Podocarpus macrophylla* D. Don.
玻片号: 3411-21-1。更新统。
2. *Abiespollenites absolutus* Thiergart
×500, 玻片号: 705-14-2。更新统。
3. *Keteleeriaepollenites davidianaeformis* (Zakl.) Song et Zhong
×320, 玻片号: 705-13-1。更新统。
- 4, 5. *Pinuspollenites diplopondroides* (Ting) Ke et Shi
玻片号: 3411-25-2。更新统。
6. *Keteleeriaepollenites minor* (Sung et Tsao) Song et Zhong
玻片号: 3411-15-1。更新统。
- 7—10. *Quercus* type 2
玻片号: 7, 9. 705-5-3; 8.705-5-1; 10.705-5-2。更新统。
- 11, 12. *Abietinaepollenites microalatus* Potonie
玻片号: 11.3411-15-1; 12.705-14-2。更新统。
13. *Podocarpidites?* *peceiformis* Ke et Shi
玻片号: 3411-22-2。更新统。

图 版 XXII

1. *Pinuspollonites* sp. 1
玻片号: 3411-55-1。上新统。

2. *Pinuspollenites insignis* (Naum. ex Bolch.) (comb. nov.)
玻片号: 3411-55-1。上新统。
- 3, 6, 10, 11. *Piceapollenites tobolicus* (Panova) Ke et Shi
玻片号: 3($\times 320$), 10, 11($\times 500$), 705-14-3; 更新统。6($\times 500$), 705-26-1-2; 上新统。
4. *Pinuspollenites banksianaeformis* (Zakl.) Ke et Shi
玻片号: 3411-15-2。更新统。
5. *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* Potonie
玻片号: 705-15-1。更新统。
- 7-9. *Quercus* type 3
玻片号: 7.705-2; 8.705-5-1; 9.705-5-2。更新统。
12. *Piceapollenites alatus* Potonie
玻片号: 3411-38-1。上新统。

图 版 XXIII

- 1-3. *Pseudolarix* sp.
玻片号: 3411-22-1。更新统。
4. *Pinuspollenites banksianaeformis* (Zakl.) Ke et Shi
玻片号: 3411-15-2。更新统。
- 5, 14. *Abiespollenites* sp. 2 (cf. *Abies magnifica*)
5($\times 500$), 玻片号: 705-14-1。更新统。
6. *Quercus* type 4
玻片号: 3411-33。上新统。
- 7-9. *Quercus* type 2
玻片号: 7.3411-46-2; 上新统。8, 9.705-5-2; 更新统。
10. *Leguminosae*
玻片号: 705-12-2。更新统。
- 11-13. *Abiespollenites* sp. 3 (cf. *Abies squamata*)
 $\times 500$, 玻片号: 11, 12.3411-10-2; 13.705-15-2。更新统。

图 版 XXIV

1. *Pinuspollenites* sp. 2
玻片号: 3411-15-1。更新统。
2. *Pinuspollenites pactovae* (Krutzsch) Song et Zhong
玻片号: 3411-1-2。全新统。
3. *Pinuspollenites strobipites* (Wodehouse) (comb. nov.)
玻片号: 3411-4-2。全新统。
4. *Abietinaepollenites cembraeformis* (Zakl.) Ke et Shi
玻片号: 3411-5-1。更新统。
- 5, 6, 12. *Piceapollenites praemarianus* (Krutzsch) (comb. nov.)
 $\times 500$, 玻片号: 5.3411-10-1; 6.705-5-1; 12.3411-12-1。更新统。
7. *Pinuspollenites banksianaeformis* (Zakl.) Ke et Shi
玻片号: 3411-1-1。全新统。
8. *Tricolpopollenites* type
玻片号: 705-4-2。更新统。
- 9, 10. *Quercus* type 3
玻片号: 705-5-2。更新统。
11. *Podocarpidites paranageiaformis* Ke et Shi
 $\times 500$, 玻片号: 3411-37-1。上新统。
13. *Abiespollenites sibiriciformis* (Zakl.) Krutzsch
玻片号: 3411-37-2。上新统。

图 版 XXV

- 1-3. *Pseudolarix* sp.
玻片号: 705-5-2。更新统。
- 4, 5. *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* Potonie

- 玻片号: 4.3411-10-1; 5.3411-15-2。更新统。
6. *Abiespollenites* sp. 4 (cf. *Abies firma*)
×320, 玻片号: 3411-15-1。更新统。
 7. *Quercus* type 5
玻片号: 705-15-1。更新统。
 8. *Quercus* type 1
玻片号: 3411-21-2。更新统。
 9. *Quercus* type 6
玻片号: 3411-5-2。更新统。
 10. *Castanopsis* sp.
玻片号: 3411-21-1。更新统。
 - 11, 12. *Castanea* sp.
玻片号: 11.705-15-1; 12.705-9-4。更新统。
 13. *Piceapollenites giganteus* Wang
×320, 玻片号: 705-26-1。上新统。
 14. *Piceapollenites tobolicus* (Panova) Ke et Shi
×500, 玻片号: 3411-5-2。更新统。
 - 15, 16. *Piceapollenites* sp.
×500, 玻片号: 705-9-4。更新统。

图 版 XXVI

- 1, 2. *Cedripites miocaenicus* Krutzsch
玻片号: 3411-22-1。更新统。
- 3—5. *Cedripites dacrydioides* Krutzsch
玻片号: 3.705-2-2; 4.705-2-1; 5.3411-21-1。更新统。
- 6—8, 10. *Quercus* type 1
玻片号: 3411-23-2。更新统。
9. *Quercus* type 2
玻片号: 3411-21-2。更新统。
11. Leguminosae?
玻片号: 3411-38-1。上新统。
- 12—15. *Abiespollenites* sp. 1 (cf. *Abies nephrolepis*)
×500, 玻片号: 12, 13.3411-5-1; 14, 15.3411-15-2。更新统。
16. *Abiespollenites* sp. 3 (cf. *Abies squamata*)
×500, 玻片号: 705-14-1。更新统。

图 版 XXVII

- 1, 2. *Abiespollenites* sp. 5 (cf. *Abies sutchuensis*)
1(×320), 2(×500), 玻片号: 705-5-1。更新统。
- 3, 11, 12. *Keteleeriaepollenites dubius* (Chlonova) Song et Zhong
玻片号: 3(×500), 3411-10-1; 11(×320), 12(×500), 3411-15-2。更新统。
4. *Tsugaepollenites pliocaenicus* (Krutzsch) (comb. nov.)
玻片号: 3411-25-1。更新统。
5. *Pinuspollenites* sp. (*Chordasporites?* sp. 1)
玻片号: 3411-1-1。全新统。
- 6—9. *Quercus* type 1
玻片号: 6.705-17-1; 7.705-2; 9.3411-15-1; 更新统。8.3411-38-2; 上新统。
10. *Pinuspollenites* sp. (*Chordasporites?* sp. 2)
玻片号: 3411-55-1。上新统。
13. *Abietinaepollenites* sp. (*Chordasporites?* sp. 4)
玻片号: 3411-43-1。上新统。
14. *Pinuspollenites* sp. (*Chordasporites?* sp. 3)
玻片号: 3411-1-2。全新统。

图 版 XXVIII

1. *Engelhardtia* sp. 2
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
2. *Engelhardtia* sp. 1
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
3. *Myrica adenophora* Hance
玻片号: 705-35-1。上新统。
- 4-8. *Myrica esculenta* Buch.-Ham.
玻片号: 4.3411-37-1; 5-7.705-26-1-2; 8.3411-36-2。上新统。
9. *Symplocos* sp. 2
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
- 10, 11. *Pterocarya* sp.
玻片号: 10.705-9-4; 更新统。11.3411-46-2; 上新统。
12. *Juglans* sp.
玻片号: 705-5-7。更新统。
- 13, 14. *Potamogeton natans* L.
玻片号: 3411-33-1。上新统。
- 15, 16. *Typha angustifolia* L.
玻片号: 705-17-1。更新统。
17. *Pterocarya stenoptera* DC.
玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 18-20. *Annamocarya sinensis* (Dode) Leroy
玻片号: 18, 19. 3411-38-1; 上新统。20.705-4-1; 更新统。
- 21-24. *Carya tonkinensis* Lec.
玻片号: 21.3411-25-2; 22.3411-38-2; 上新统。23.705-9-1; 24.705-17-3; 更新统。
- 25, 26. *Carya* sp.
玻片号: 705-5-2。更新统。
- 27-30. *Carya cathayensis* Sarg.
玻片号: 27.3411-33-2; 28.3411-46-2; 上新统。29, 30. 705-19-1; 更新统。

图 版 XXIX

1. *Apocynaceae*?
玻片号: 705-14-3。更新统。
- 2-4. *Alnus nepalensis* D. Don
玻片号: 705-3-4。更新统。
- 5, 7. *Alnus trabeculosa* Hand.-Mzt.
玻片号: 5.3411-46-2; 上新统。7.705-5-3; 更新统。
- 6, 8. *Alnus cremastogyne* Burk.
玻片号: 6.3411-22-1; 更新统。8.3411-37-2; 上新统。
- 9, 10-12. *Betula* sp. 1
玻片号: 9.3411-21-1; 10.705-2-2; 12.3411-5-1; 更新统。11.3411-46-1; 上新统。
13. *Betula* sp. 2
玻片号: 3411-5-2。更新统。
14. *Lambertia?* sp. (Proteaceae)
玻片号: 705-15-2。更新统。
- 15, 16. *Betula luminifera* Winkl.
玻片号: 705-15-2。更新统。
17. *Betula* sp. 3
玻片号: 3411-3-2。全新统。
- 18, 19. *Betula japonica* S. et W.
玻片号: 3411-22-2。更新统。
- 20, 26. *Carpinus turczaninowii* Hance
玻片号: 20.3411-38-2; 上新统。26.3411-23-1; 更新统。
- 21, 22. *Betula albo-sinensis* Burk.
玻片号: 705-5-1。更新统。

23. Gramineae
玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 24, 25. *Corylus ferox* Wall.
玻片号: 3411-23-1。更新统。
- 27, 28. *Carpinus laxiflora* var. *dauidii* Franch.
玻片号: 3411-23-2。更新统。
- 29, 30. *Corylus chinensis* Franch.
玻片号: 705-9-4。更新统。
31. *Phykopeltis?* sp.
玻片号: 3411-1-1。全新统。
32. *Carpinus pubescens* Burkill
玻片号: 3411-41-1。上新统。

图 版 XXX

1. *Carpinus laxiflora* var. *dauidii* Franch.
玻片号: 705-5-2。更新统。
- 2, 3. *Myriophyllum heterophyllum* L.
玻片号: 705-5-1。更新统。
4. *Carpinus* sp.
玻片号: 705-26-1。上新统。
- 5, 6. *Pterocarya paliurus* Batal.
玻片号: 5.705-2-2; 6.705-9-1。更新统。
- 7, 8. *Myriophyllum verticillatum* L.
玻片号: 705-11-2。更新统。
9. *Ulmus* sp. 1
玻片号: 705-5-3。更新统。
10. *Ecdysanthera rosea* Hook et Arn.
玻片号: 3411-38-1。上新统。
11. *Ulmus* sp.
玻片号: 705-5-1。更新统。
12. *Zelkova* sp. 1
玻片号: 705-5-1。更新统。
13. *Ulmus parvifolia* Jacq.
玻片号: 3411-10-2。更新统。
- 14-17. *Planera aquatica* J. F. Gmel
玻片号: 14, 15.3411-46-2; 16, 17.3411-38-2。上新统。
- 18, 19. *Ulmus* cf. *pumila* L.
玻片号: 3411-25-1。更新统。
- 20-22. *Planera* cf. *aquatica* J. F. Gmel
玻片号: 3411-25-1。更新统。
- 23, 24. *Wrightia?* sp.
玻片号: 3411-38-2。上新统。
25. *Zelkova* sp. 2
玻片号: 3411-46-1。上新统。
26. *Celtis* sp. 1
玻片号: 3411-3-2。全新统。
- 27, 28. *Corylus chinensis* Franch.
玻片号: 705-9-3。更新统。

图 版 XXXI

- 1-5, 14, 15, 17. *Microchites* sp.
玻片号: 1, 2.3411-38-2; 3.3411-41-2; 4, 14.3411-41-1; 15.3411-37-2; 17.705-38-2; 上新统。 5.3411-25-1; 更新统。
- 6-13. *Microchites lachnocarpa* Tsiang
玻片号: 6, 7.705-9-4; 8, 9.705-5-2; 更新统。 10-12.3411-38-1; 13.3411-46-1; 上新统。
16. *Celtis bungeana* Bl.

玻片号: 3411-38-1。上新统。

18—20. *Parsonia* sp.

玻片号: 18.3411-41-1; 19, 20.3411-41-2。上新统。

21. *Tilia chinensis* Maxin.

玻片号: 3411-10-2。更新统。

22. *Typha orientalis* Presl.

玻片号: 3411-27-2。更新统。

23, 24. Gramineae

玻片号: 23.705-5-3; 24.3411-10-2。更新统。

25, 26. *Chamaenerion* sp.

玻片号: 705-19-1。更新统。

27, 28. *Codonopsis* sp. (Campanulaceae)

玻片号: 3411-41-2。上新统。

图 版 XXXII

1, 2. *Myriophyllum* sp.

玻片号: 705-26-1-2。上新统。

3. Moraceae

玻片号: 3411-36-2。上新统。

4. *Celtis* sp. 2

玻片号: 3411-36-2。上新统。

5. *Circaea* sp.

玻片号: 3411-26-1。更新统。

6—8. *Tilia leptocarya* Rehd.

玻片号: 6, 7.705-15-1; 更新统。8.3411-55-1; 上新统。

9, 10. *Liquidambar* sp. 1

玻片号: 9.705-22-1; 10.3411-21-2。更新统。

11, 12. *Liquidambar* sp. 2

玻片号: 705-5-2。更新统。

13. *Polygonum* sp. 1

玻片号: 3411-1-1。全新统。

14, 15. *Polygonum glabrum* Willd.

玻片号: 3411-46-2。上新统。

16, 17. *Tunica saxifraga* Scop.

玻片号: 3411-36-1。上新统。

18. *Arenaria juncea* Bieb.

玻片号: 3411-10-2。更新统。

19—22. *Amaranthaceae*

玻片号: 19, 20.705-5-2; 21, 22.705-9-4。更新统。

23—26. *Sarcococca ruscifolia* var. *chinensis* R. et W.

玻片号: 705-6。更新统。

27—29. *Lepistemon* sp.

玻片号: 705-26-1-3。上新统。

图 版 XXXIII

1, 2. *Spiraea* sp. 1

玻片号: 3411-33-2。上新统。

3. *Spiraea* sp. 2

玻片号: 705-2-1。更新统。

4. *Spiraea* sp. 3

玻片号: 3411-36-2。上新统。

5—7. *Gouania* sp.

玻片号: 5, 6.3411-23-1; 更新统。7.705-24-19-2; 上新统。

8, 9. *Sorbaria* sp.

玻片号: 3411-21-2。更新统。

10—12. *Stephanandra?* sp.

- 玻片号: 10.3411-30; 上新统顶部。11, 12.3411-26-1; 更新统。
- 13, 14. *Glycosmis* sp.
玻片号: 705-24-19-2。上新统。
- 15, 16. *Lawsonia* sp.
玻片号: 705-4。更新统。
- 17, 18. *Adina* sp. 1
玻片号: 3411-33-2。上新统。
- 19, 20. *Microdesmis casearifolia* Planch.
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
21. *Adina* sp. 2
玻片号: 3411-33-1。上新统。
- 22, 23. *Phyllanthus flaeuosus* Muell.
玻片号: 3411-27-2。更新统。
24. *Cnidium* sp.
玻片号: 3411-36-2。上新统。
- 25—27. *Paliurus hemsleyanus* Rehd.
玻片号: 705-9-3。更新统。
- 28, 29. *Desmodium* sp.
玻片号: 3411-39-2。上新统。
30. *Lithocarpus cleistocarpus* R. et W.
玻片号: 3411-25-11。更新统。
- 31—37. *Pelea* sp. 1
玻片号: 31—33.705-17-3; 34, 35.705-17-5; 36, 37.705-4-1。更新统。
38. *Speranskia* sp.
玻片号: 3411-5-1。更新统。
- 39, 40. *Aralia chinensis* L.
玻片号: 3411-41-2。上新统。

图 版 XXXIV

- 1—3. *Sargentodoxa cuneata* R. et W.
玻片号: 1, 2.3411-22-1; 更新统。3.3411-55-1; 上新统。
- 4—8. *Stauntonia hexaphylla* DC.
玻片号: 4, 5.705-9-1; 6.3411-15-1; 7, 8.3411-23-1。更新统。
- 9, 10. *Linaria* sp. 1
玻片号: 3411-33-2。上新统。
- 11—13. *Linaria* sp. 2
玻片号: 3411-27-1。更新统。
- 14—16. *Rosa* sp.
玻片号: 14, 15.705-9-4; 16.705-14-3。更新统。
- 17, 18. *Berchemia* sp.
玻片号: 3411-46-2。上新统。
- 19—22. *Casaria* cf. *villilimba* Merr.
玻片号: 19—21.3411-33-2; 22.3411-36-2。上新统。
- 23, 28. *Philadelphus* sp.
玻片号: 23.3411-5-2; 更新统。28.3411-46; 上新统。
24. *Mallotus* sp.
玻片号: 705-14-2。更新统。
- 25—27. *Potentilla* sp.
玻片号: 25.3411-46-1; 上新统。26.3411-26; 27.705-2-2; 更新统。
- 29, 30. Rosaceae?
玻片号: 29.3411-41-2; 上新统。30.705-9-4; 更新统。
31. *Holboellia grandiflora* Reaub.
玻片号: 705-14-3。更新统。
- 32—35. *Antidesma* sp.
玻片号: 32—34.3411-44-1; 35.3411-36-2。上新统。
36. *Hydrangea* sp.
玻片号: 3411-55-1。上新统。

图 版 XXXV

- 1, 2. *Clausena* sp.
玻片号: 1.3411-15-1; 2.3411-25-1。更新统。
- 3—5. *Hosaceae*
玻片号: 3, 4.3411-23-1; 5.3411-22-2。更新统。
6. *Sargentodoxa cuneata* Rehd. et Wils.
玻片号: 705-9-1。更新统。
- 7, 8. *Rosaceae*
玻片号: 3411-21-1。更新统。
- 9, 10. *Rosaceae*
玻片号: 9.3411-55-1; 10.3411-46-1。上新统。
- 11, 12. *Stranvaesia* sp.
玻片号: 705-14-3。更新统。
- 13, 14. *Rhus* sp.
玻片号: 3411-41-2。上新统。
- 15, 16. *Schefflera* sp.
玻片号: 3411-36-2。上新统。
17. *Juglans* sp.
玻片号: 705-4-1。更新统。
- 18—23. *Viburnum betulifolium* Batal
玻片号: 18—20.705-26-1-2; 21, 22.705-24-19-1; 23.705-26-1-1。上新统。
- 24, 25. *Ilex asperella* Champ. ex Benth.
玻片号: 3411-27-2。更新统。
- 26, 30—32. *Ilex macrocarpa* Oliv.
玻片号: 26.3411-27-1; 30—32.3411-27-2。更新统。
- 27—29. *Sambucus javanicus* Bl.
玻片号: 3411-21。更新统。

图 版 XXXVI

- 1—5. *Symplocos* sp. 1
玻片号: 1, 2.705-24-19-1; 上新统。3—5.705-5-2; 更新统。
- 6, 7. *Rhamnus* sp.
玻片号: 705-26-1-2。上新统。
- 8—10. *Quercus*? type
玻片号: 8.705-5-3; 10.705-5-2; 更新统。9.705-35-4; 上新统。
- 11—14. *Mallothus apelia* (Lour.) Muell-Arg.
玻片号: 11, 12.3411-10-1; 13, 14.705-5-2。更新统。
15. *Sabia* sp.
玻片号: 3411-22-2。更新统。
- 16, 17. *Astragalus adsurgens* Pall.
玻片号: 705-35-4。上新统。
18. *Polygonum* sp. 2
玻片号: 3411-1-2。全新统。
- 19, 20. *Deutzia* sp.
玻片号: 19.3411-37-2; 20.3411-27-1。上新统。
- 21—23. *Lycium chinense* Mill.
玻片号: 3411-33-1。上新统。
- 24, 25. *Nicotiana* sp.
玻片号: 3411-46-1。上新统。
- 26, 27. *Hippophae rhamnoides* L.
玻片号: 3411-46-2。上新统。
- 28—30. ?*Hippophae rhamnoides* L.
玻片号: 3411-46-2。上新统。

图 版 XXXVII

- 1, 2. *Akebia lobata* var. *australis* Diels
玻片号: 705-5-1。更新统。
3. *Akebia* sp.
玻片号: 3411-41-2。上新统。
- 4—6. *Quercus*? type
玻片号: 4.3411-25-2; 6.705-4-1; 更新统。5.3411-3; 全新统。
- 7, 8. *Rheum officinale* Baill.
玻片号: 7.3411-21-2; 8.705-19-2。更新统。
- 9, 12—14. *Rumex* sp. 1
玻片号: 705-4-1。更新统。
10. *Cnidium* sp.
玻片号: 3411-33-2。上新统。
11. *Quercus*? type
玻片号: 3411-25-2。更新统。
- 15, 16. *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.
玻片号: 705-26-1-1。上新统。
- 17, 18. *Hedyotis* sp.
玻片号: 17.705-9-3; 18.705-4-1。更新统。
19. *Pclea* sp. 2
玻片号: 705-4-1。更新统。
- 20, 21. *Dodonaea* sp. 1
玻片号: 3411-21-2。更新统。
- 22—25. *Pterocanthus* sp.
玻片号: 3411-25-1。更新统。
26. *Allium* sp.
玻片号: 705-35-3。上新统。

图 版 XXXVIII

- 1—3. *Erioglossum rubiginosum* (Roxb.) Bl.
玻片号: 3411-38-1。上新统。
- 4, 5. *Erioglossum* sp.
玻片号: 3411-46-2。上新统。
- 6, 7. *Syzygium*? sp.
玻片号: 705-4-2。更新统。
- 8, 9. *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk
玻片号: 705-35-1。上新统。
- 10, 11. *Decaspermum gracilentum* (Hance) Merr. et Perry
玻片号: 3411-38-1。上新统。
- 12—15. *Dodonaea* sp. 2
玻片号: 705-5-2。更新统。
- 16—19. *Morinda umbellata* L.
玻片号: 16—18.3411-23-2; 19.3411-25-1。更新统。
20. *Elaeagnus* sp. 2
玻片号: 705-38-2-3。上新统。
21. Sapindaceae
玻片号: 705-38-2-3。上新统。
22. *Magnolia* sp.
玻片号: 705-14-3。更新统。

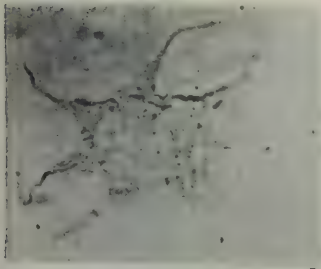
图 版 XXXIX

- 1—3. *Rumex* sp. 2
玻片号: 1.705-4-1; 2, 3.3411-15-1。更新统。
- 4, 5. *Pedicularis* sp.

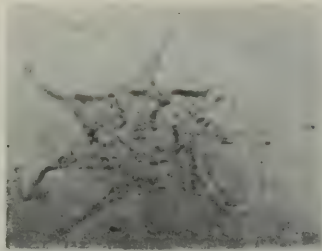
- 玻片号: 705-9-3。更新统。
6. *Pistacia* sp.
玻片号: 3411-21-1。更新统。
 7. *Corylopsis pauciflora* Sieb. et Zucc.
玻片号: 705-17-3。更新统。
 - 8, 9. *Alniphyllum* sp.
玻片号: 705-5-1。更新统。
 - 10, 11. *Fagus* sp.
玻片号: 3411-22-1。更新统。
 - 12, 13. *Fagopyrum* sp.
玻片号: 705-2-1。更新统。
 - 14, 15. *Schefflera delavayi* (Franch.) Harms
玻片号: 705-6。更新统。
 16. *Helwingia japonica* Diels
玻片号: 705-15-1。更新统。
 17. *Dodonaea* sp. and *Quercus* type 1
玻片号: 705-4-1。更新统。
 18. *Vitex* sp.
玻片号: 705-17-2。更新统。
 19. *Camellia* sp.
玻片号: 3411-21-2。更新统。
 20. *Acer* sp.
玻片号: 3411-25-2。更新统。
 21. *Syrax* sp.
玻片号: 705-2-1。更新统。

图 版 XL

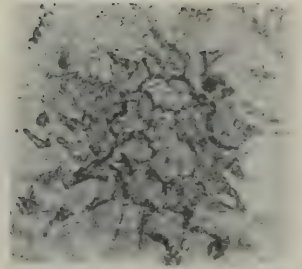
1. *Rhus succedanea* L.
玻片号: 705-2-2。更新统。
2. *Nyssa* sp.
玻片号: 3411-27-1。更新统。
3. *Hopea*? sp. (Dipterocarpaceae)
玻片号: 3411-22-1。更新统。
4. *Tarenna* sp.
玻片号: 705-4-1。更新统。
5. *Ixora* sp.
玻片号: 3411-5-2。更新统。
- 6, 7. *Elaeagnus* sp. 1
玻片号: 3411-25-1。更新统。
- 8, 9. *Rhododendron calophytum* Franch.
玻片号: 3411-39-2。上新统。
- 10, 11. *Lonicera japonica* Thunb.
玻片号: 705-38-2-1。上新统。
- 12, 13. *Weigela florida* DC.
玻片号: 3411-41-1。上新统。
- 14-16. *Pieris ovalifolia* D. Don.
玻片号: 705-9-3。更新统。
17. *Gaultheria forrestii* Diels
玻片号: 3411-26。更新统。
18. *Potamogeton natans* L.
玻片号: 3411-38-2。上新统。
19. *Craibiodendron henryi* W. W. Smith
玻片号: 3411-27-1。更新统。
- 20, 21. *Liriodendron chinensis* Sarg.
玻片号: 3411-46-1。上新统。



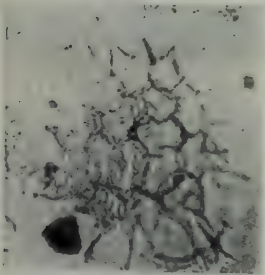
1



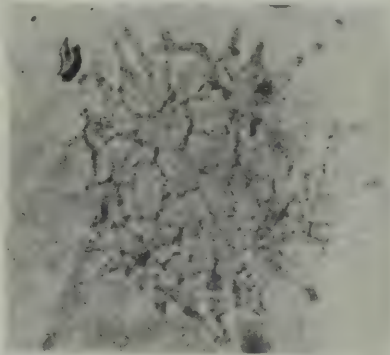
2



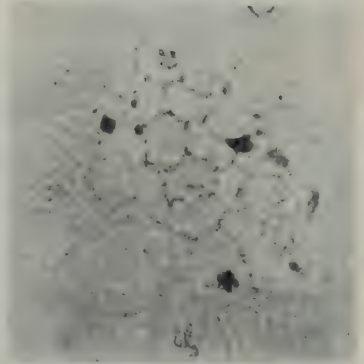
3



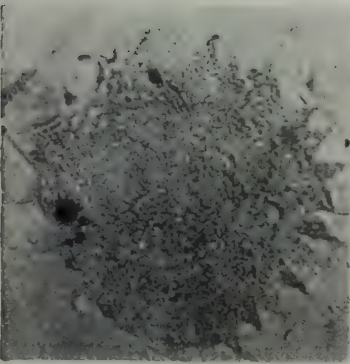
4



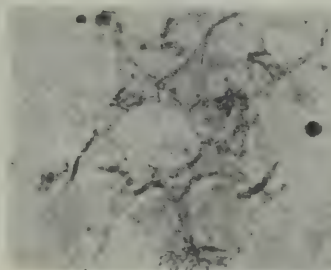
5



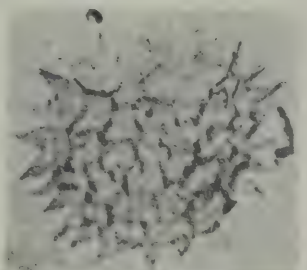
6



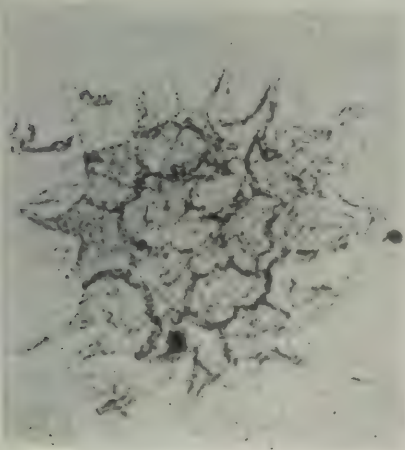
7



8



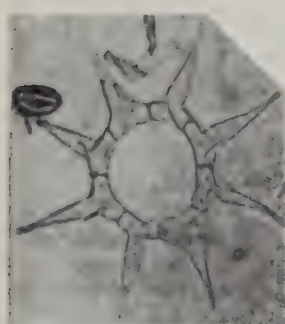
9



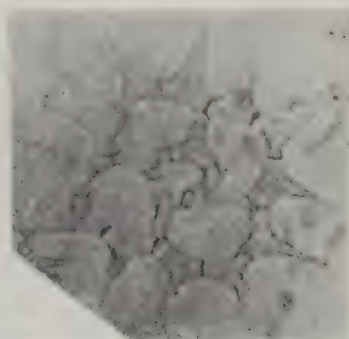
10



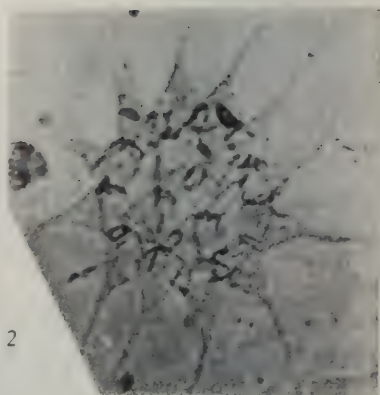
11



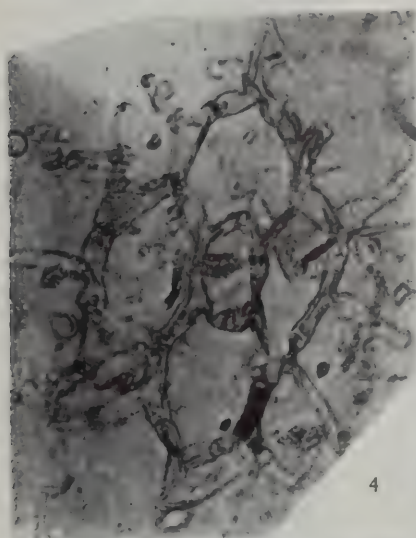
1



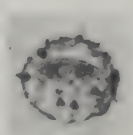
2



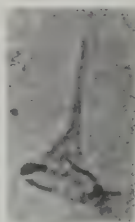
3



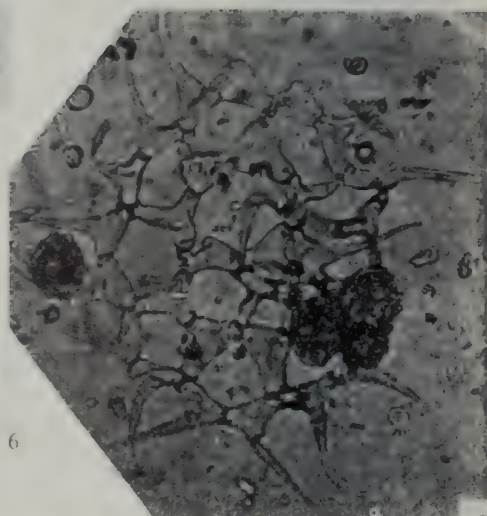
4



5



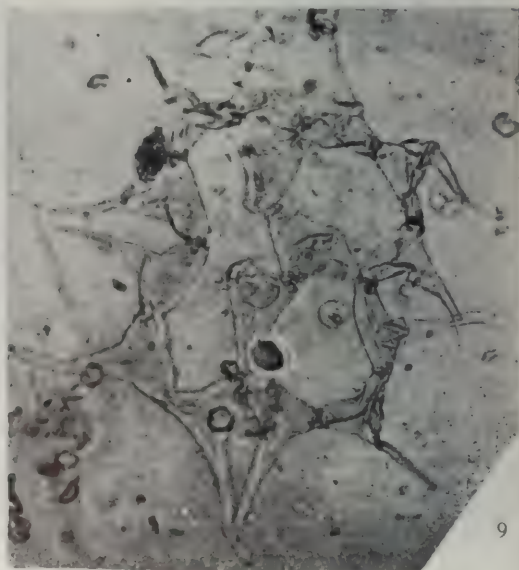
6



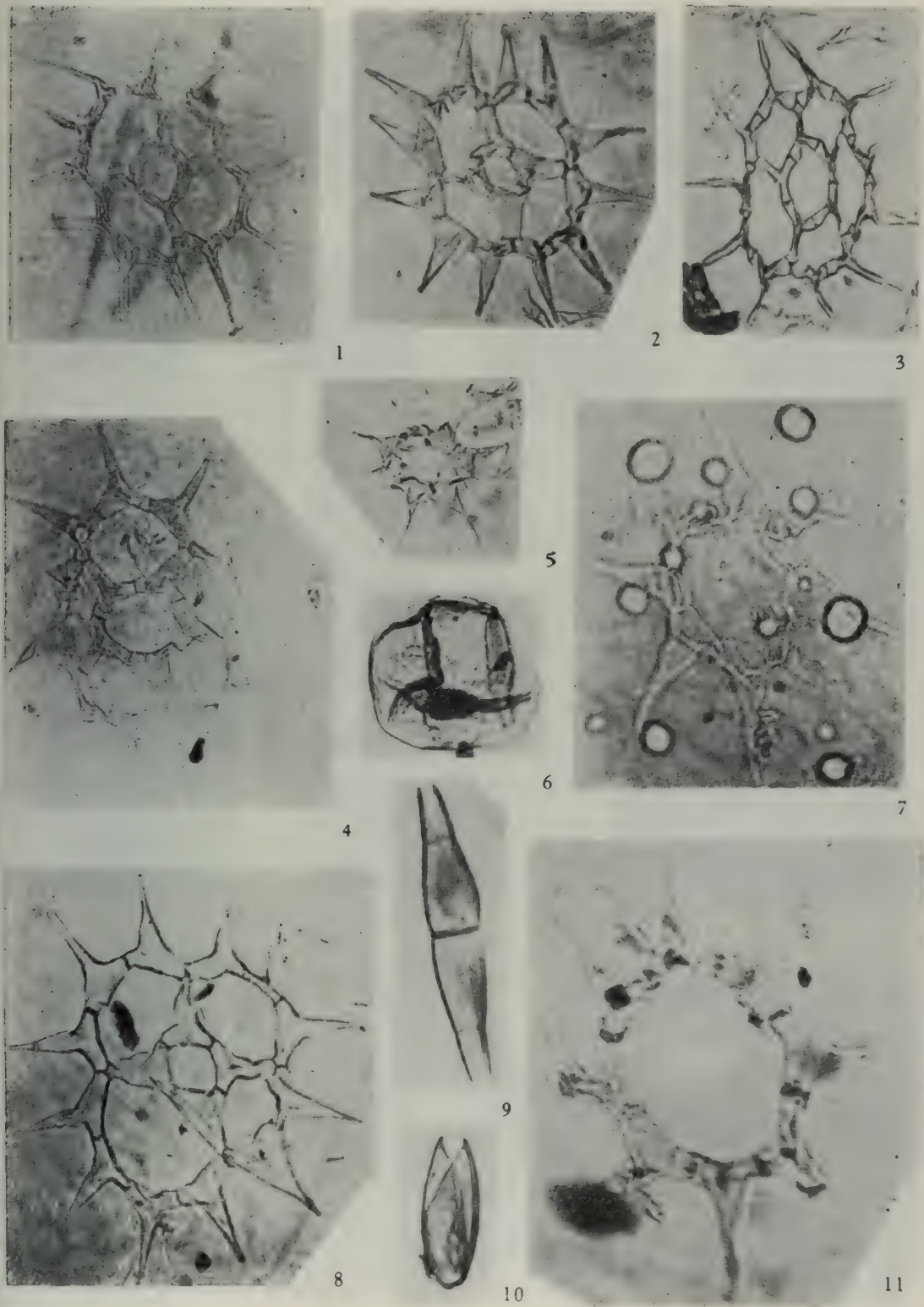
7



8



9

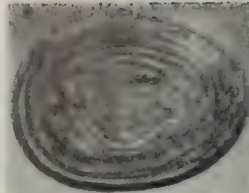




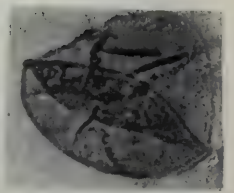
1



2



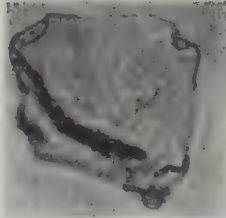
3



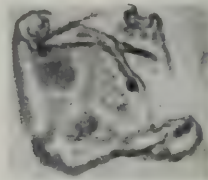
4



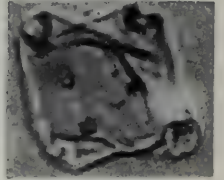
5



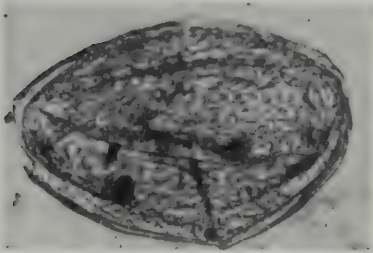
6



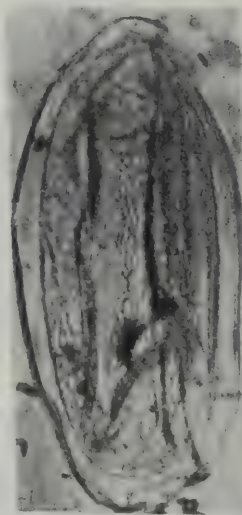
7



8



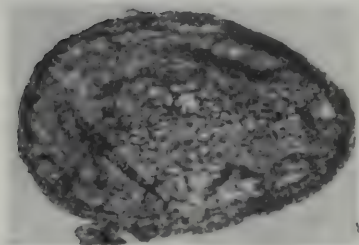
9



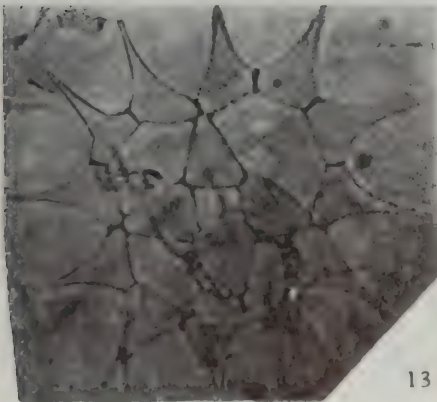
11



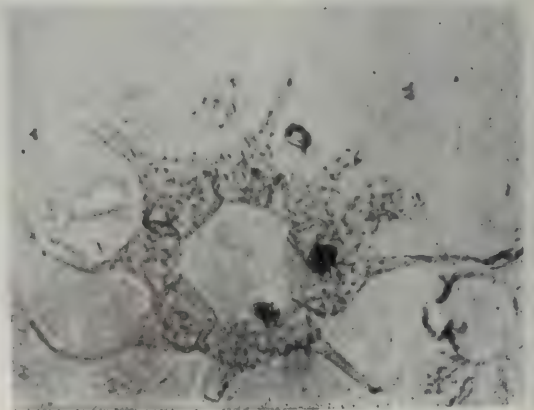
12



10

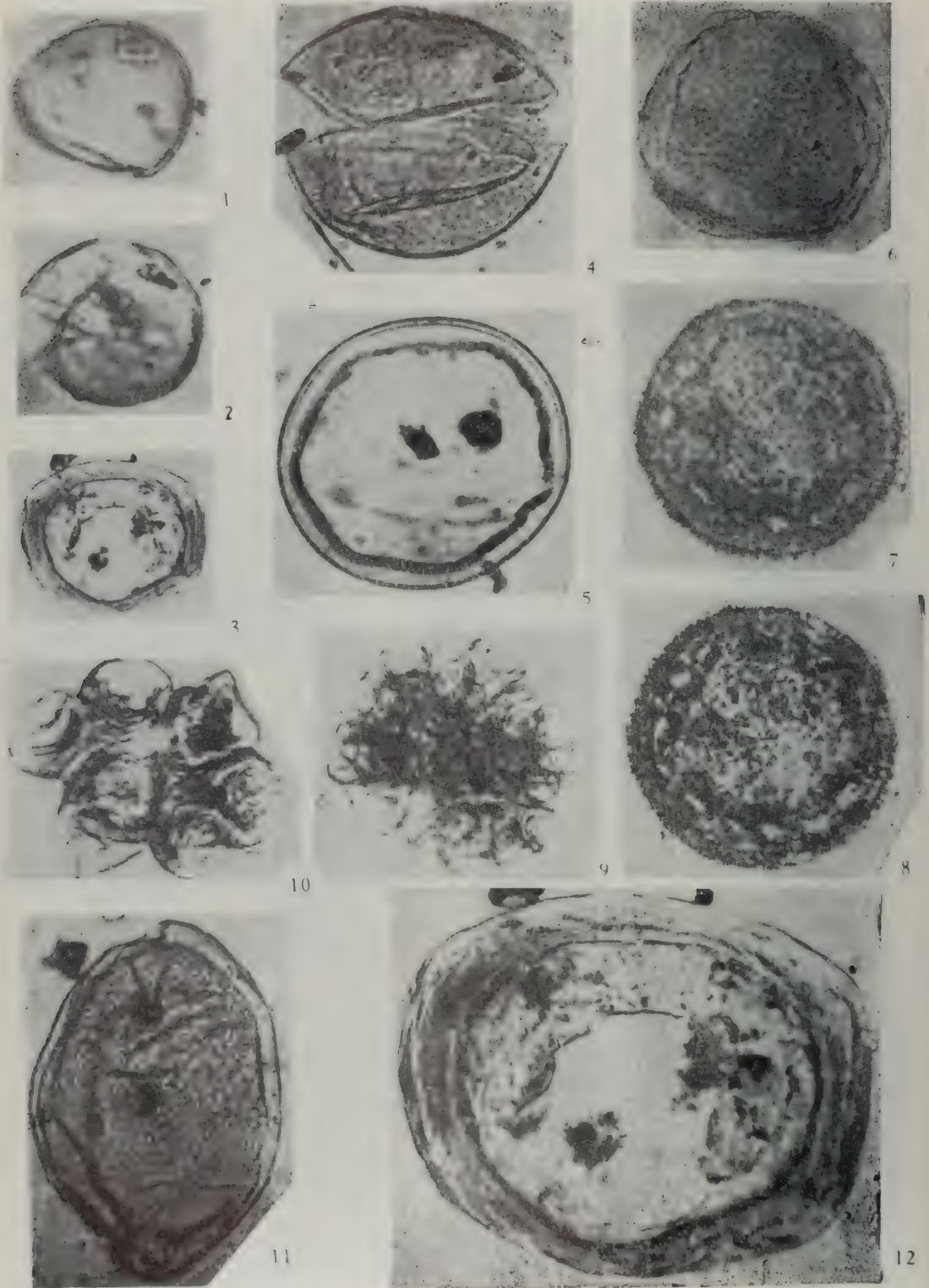


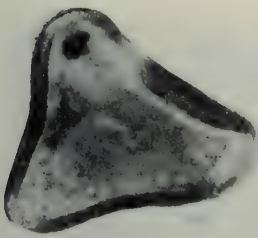
13



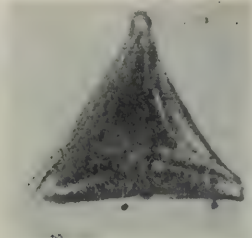
14



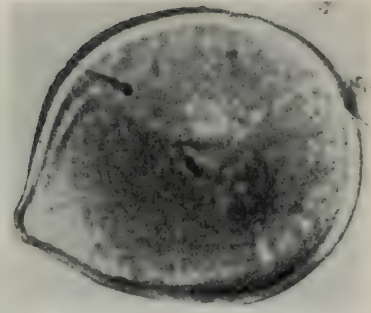




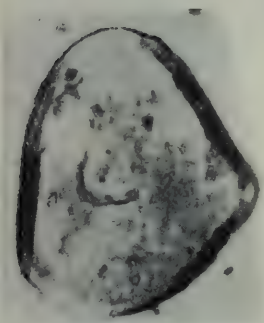
1



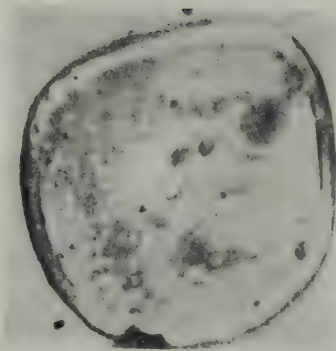
2



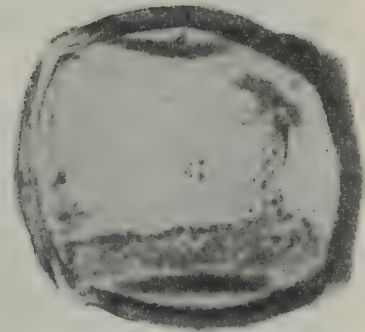
3



4



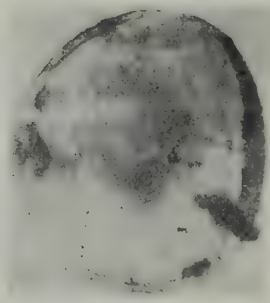
5



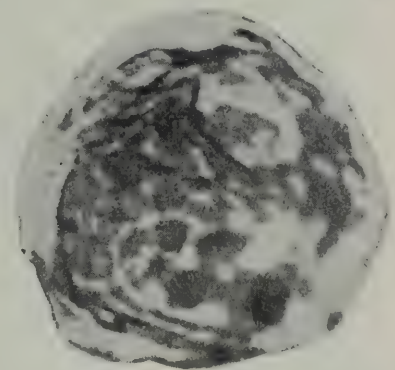
6



7



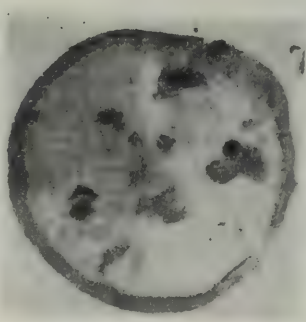
8



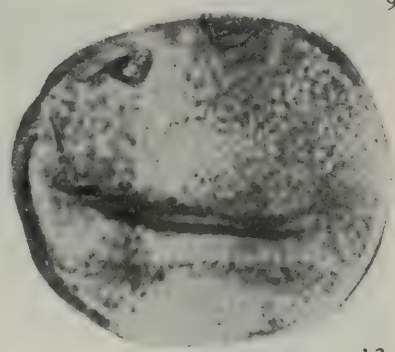
9



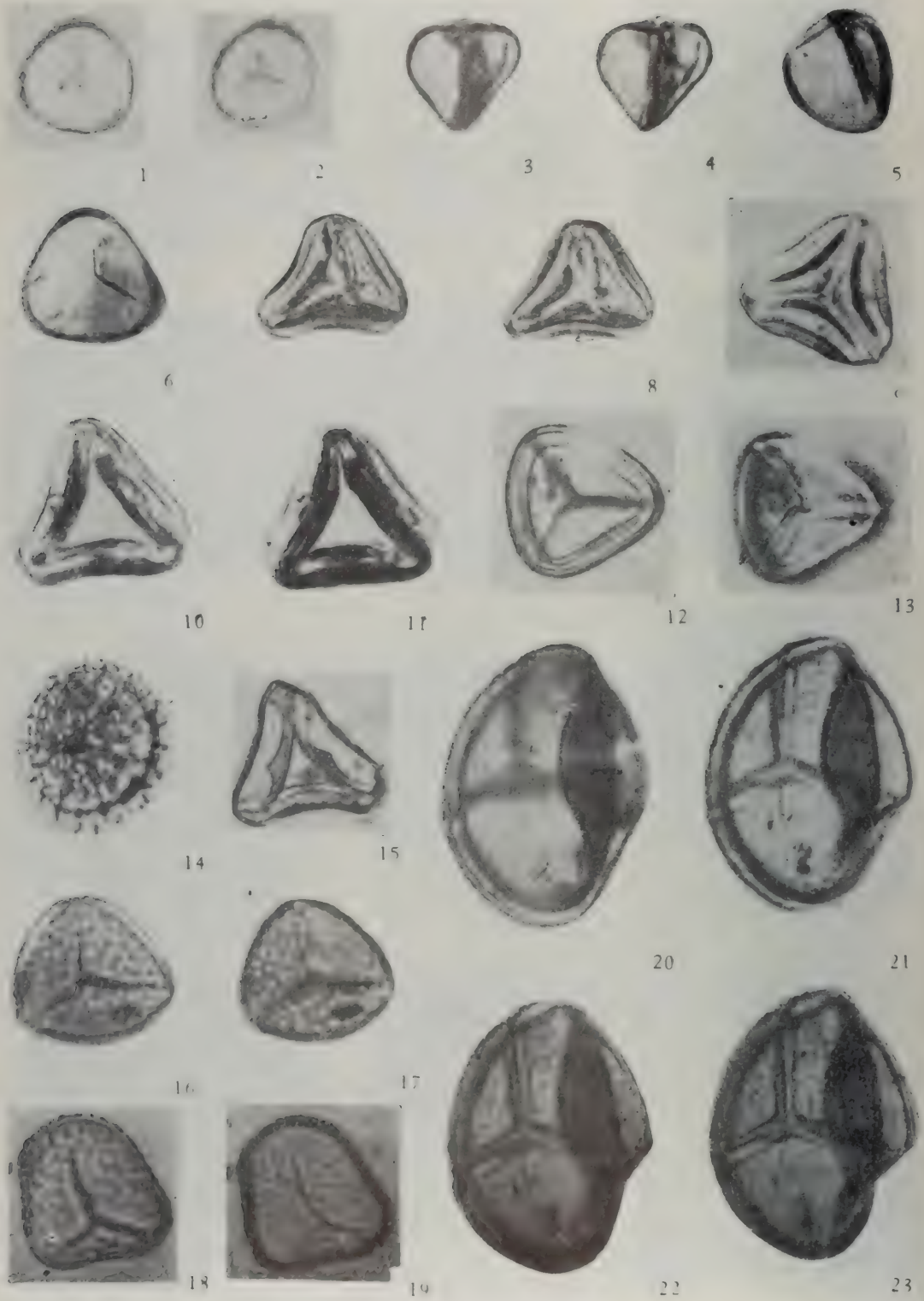
10

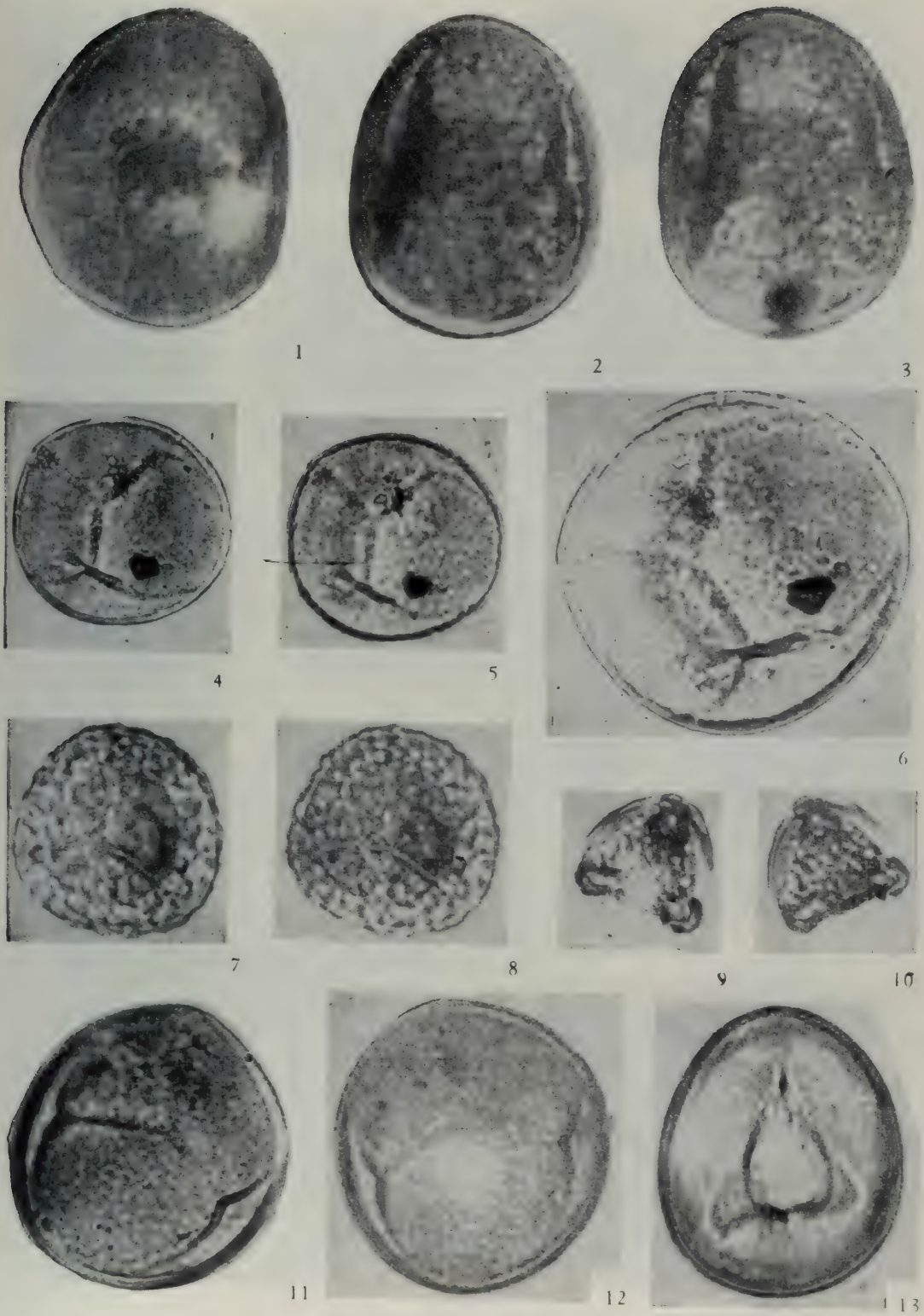


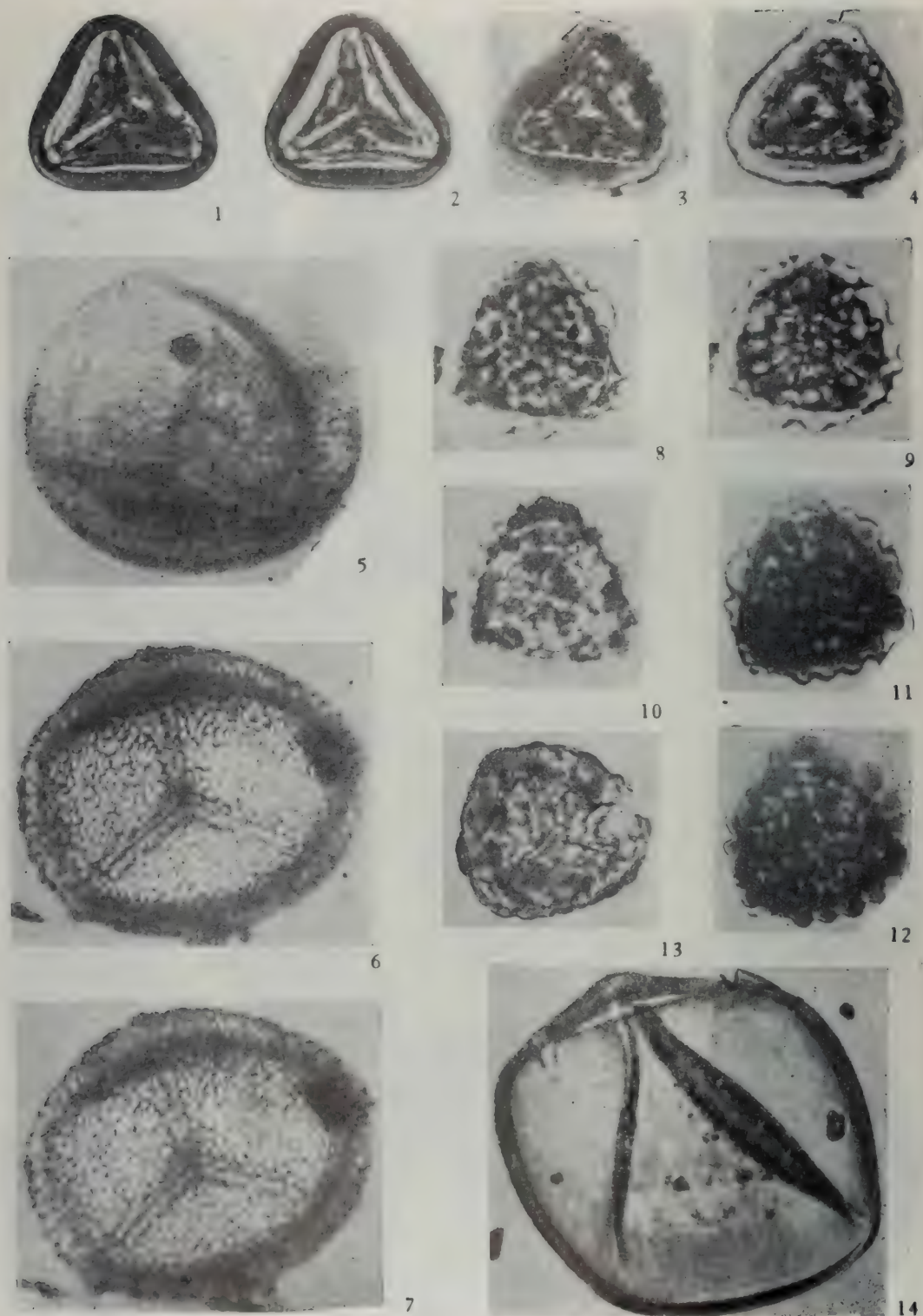
11

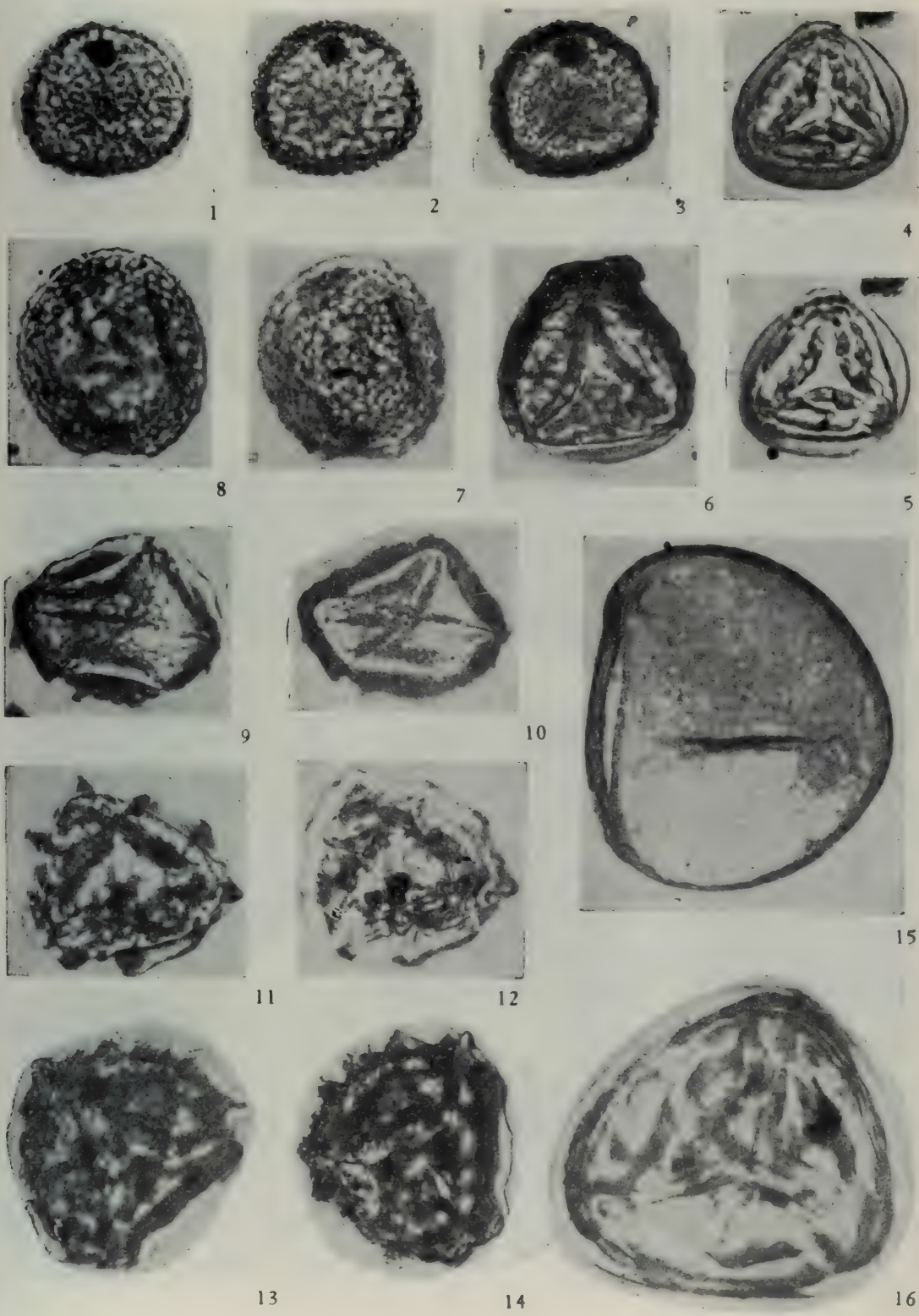


12

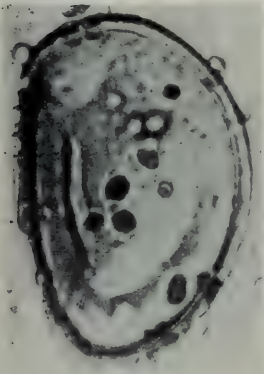








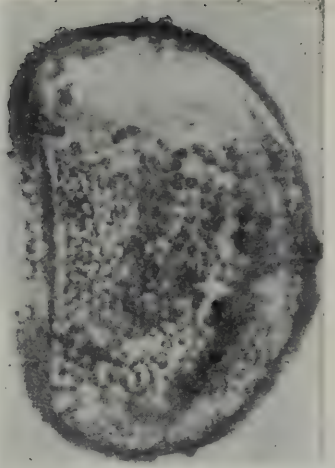




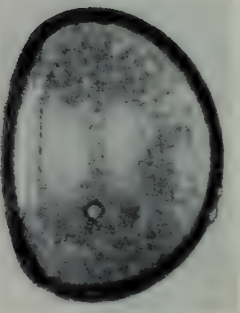
1



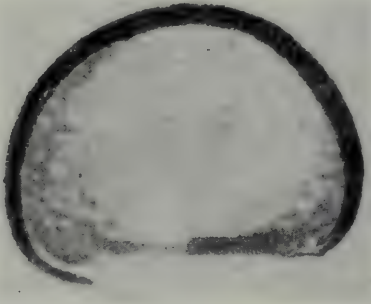
2



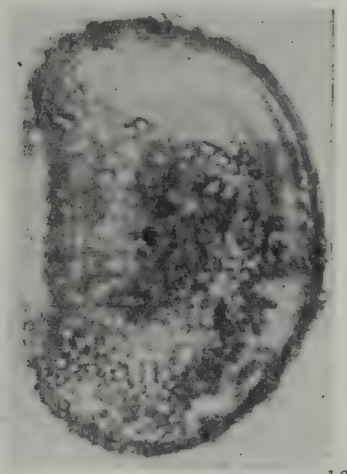
9



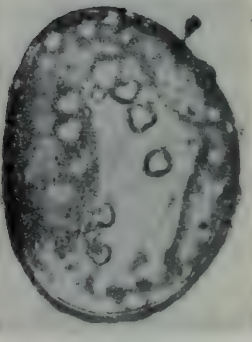
3



4



10



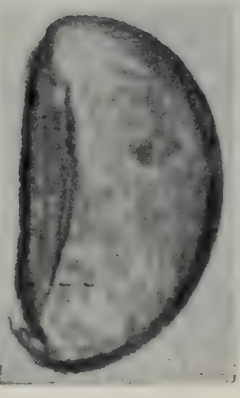
5



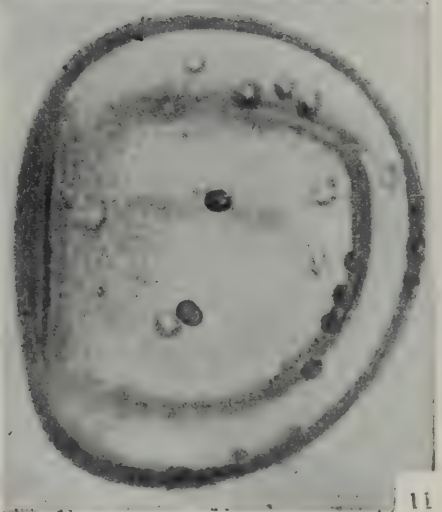
6



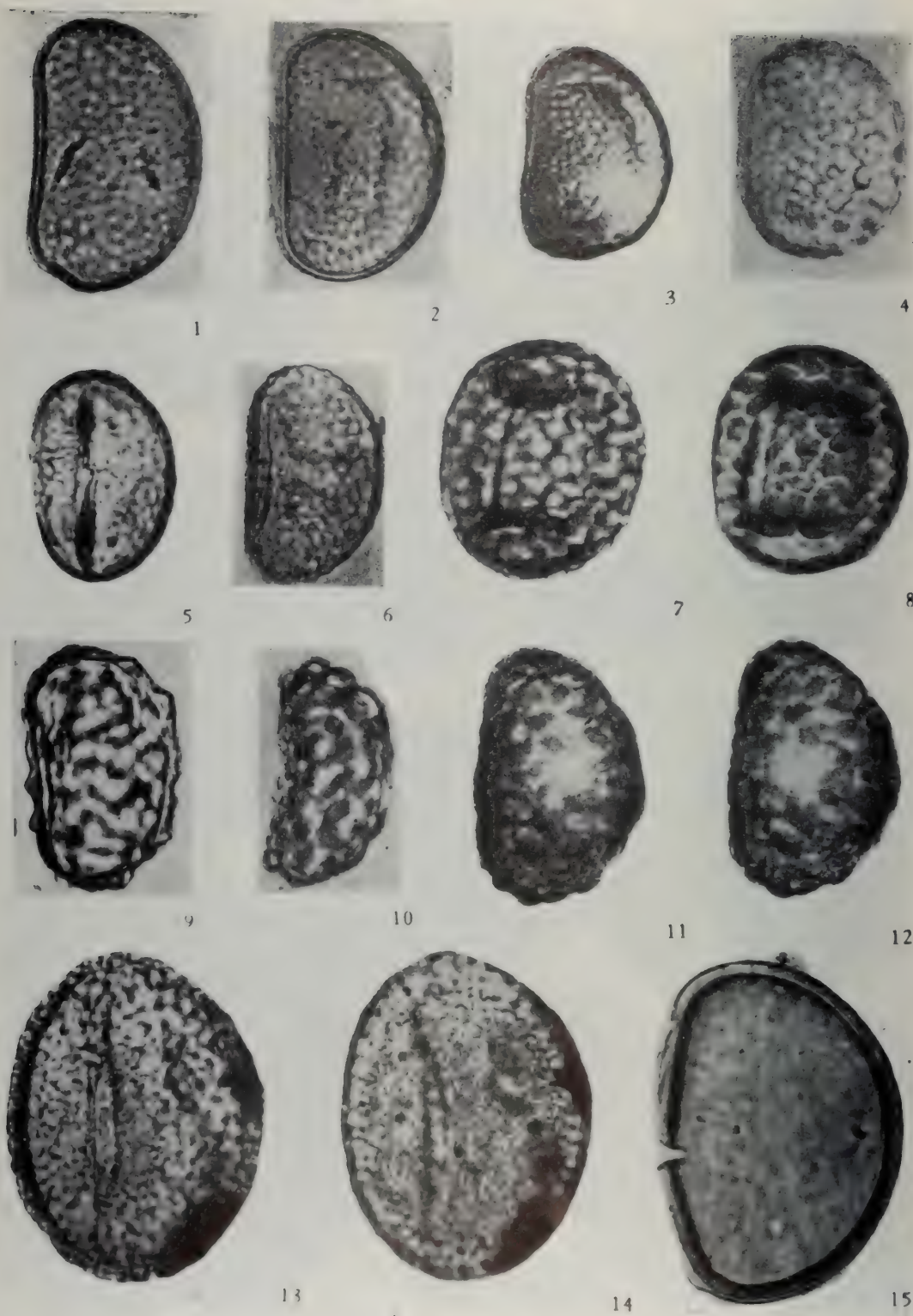
7

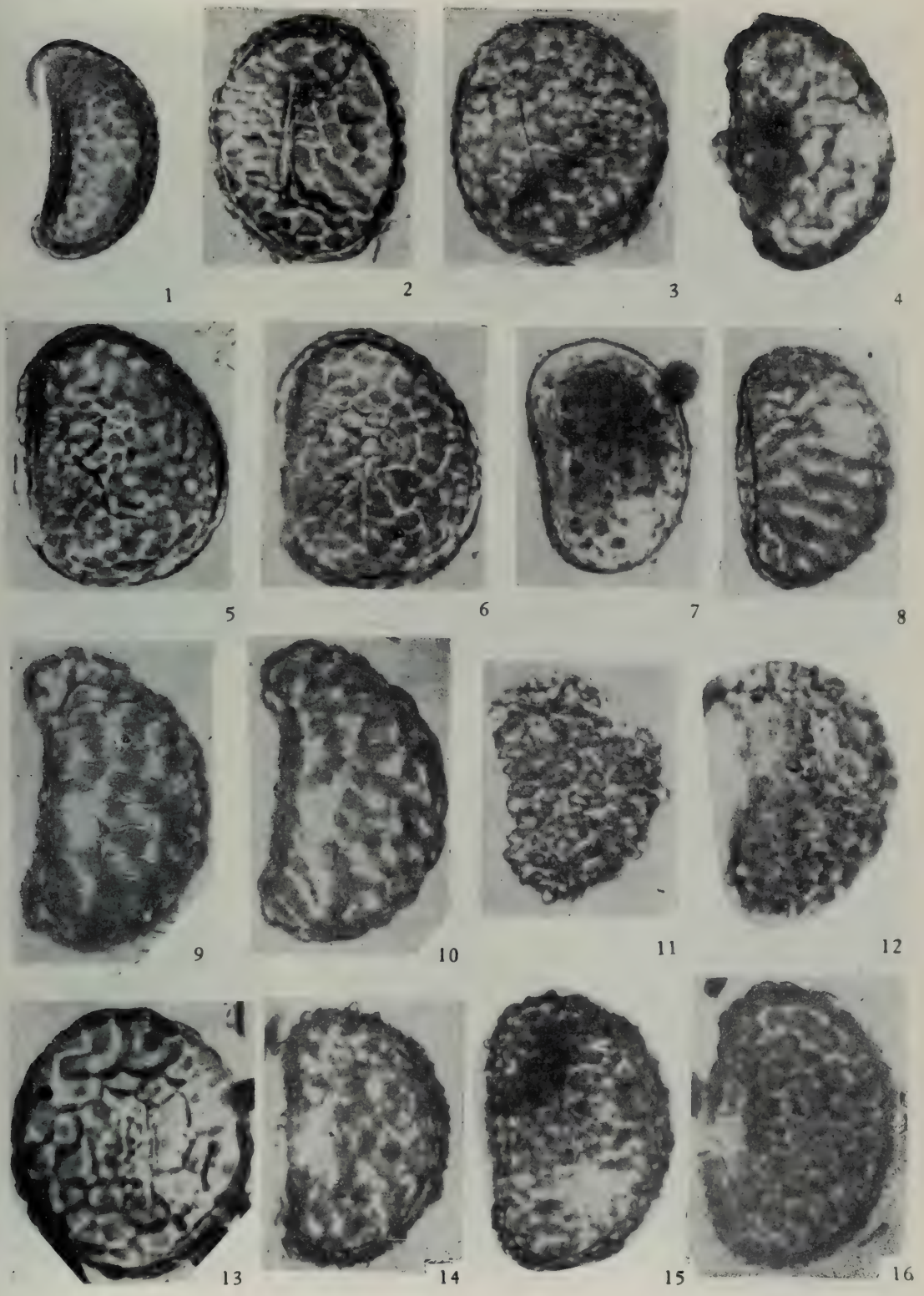


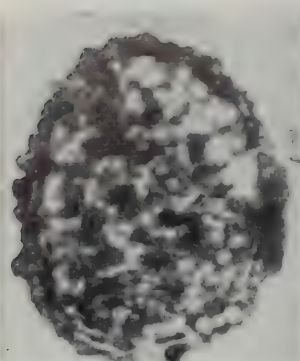
8



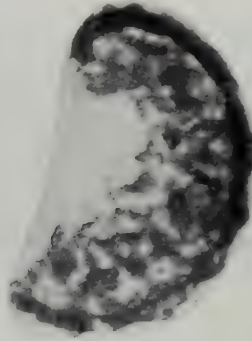
11



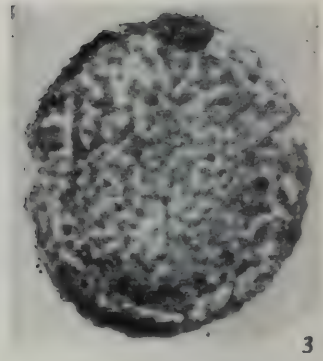




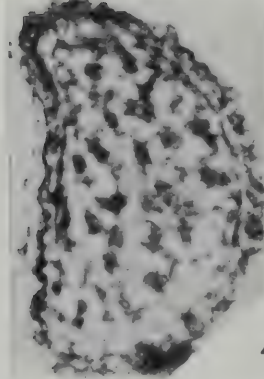
1



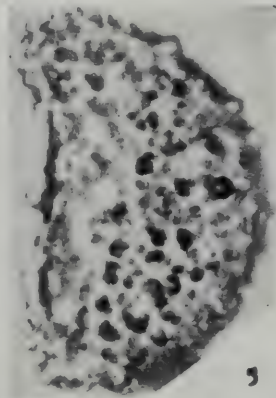
2



3



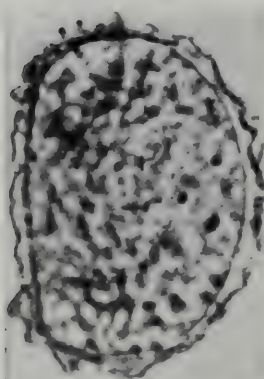
4



5



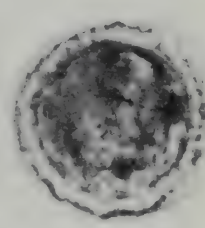
6



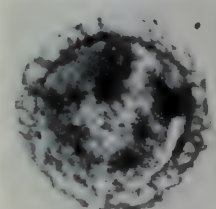
7



8



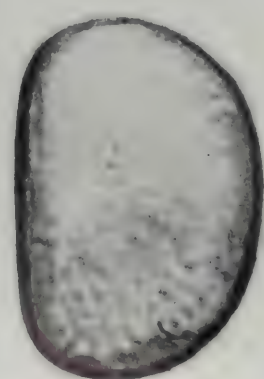
9



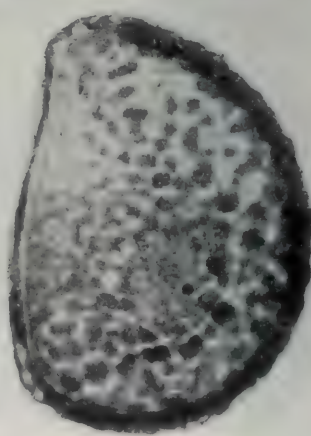
10



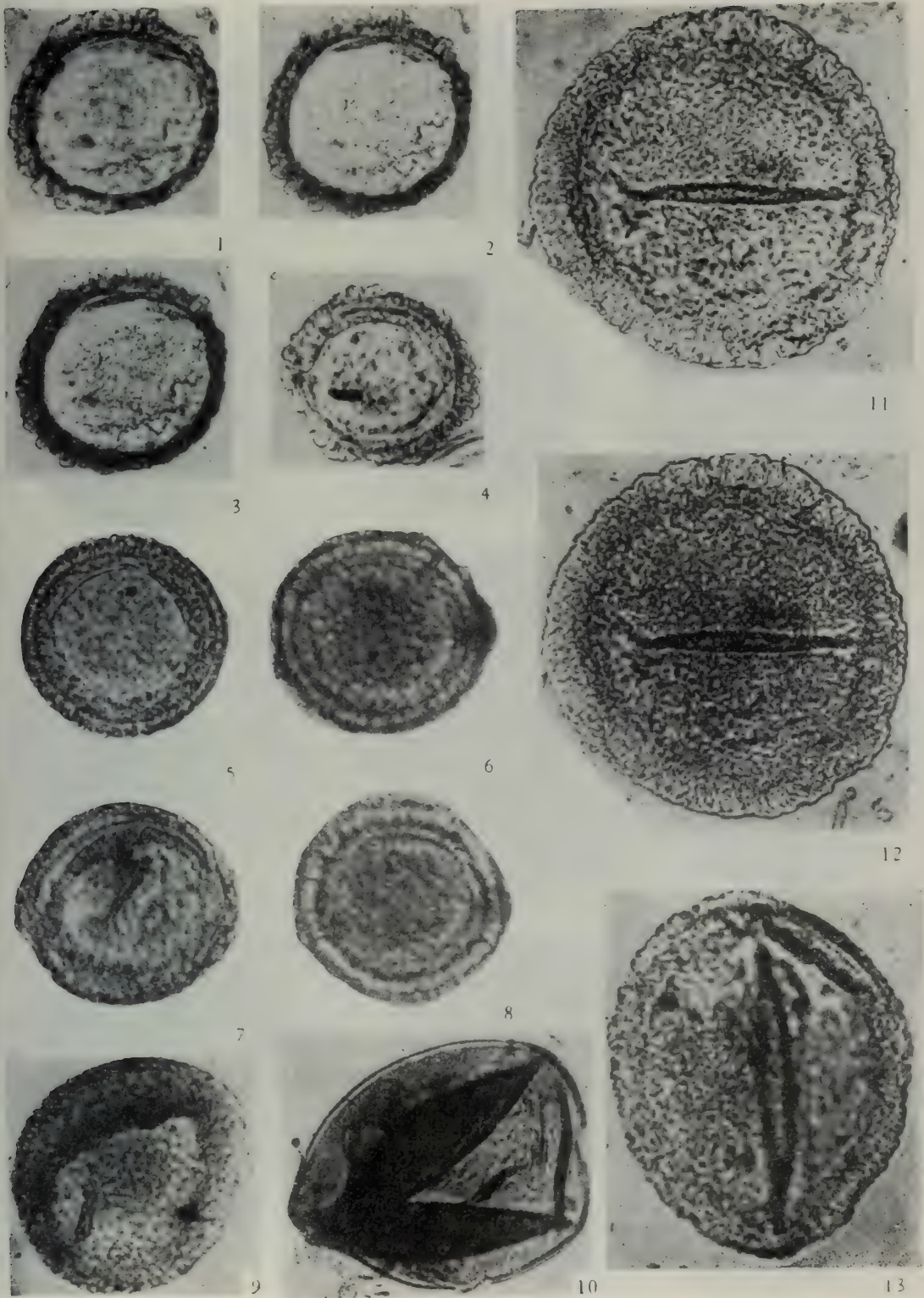
11

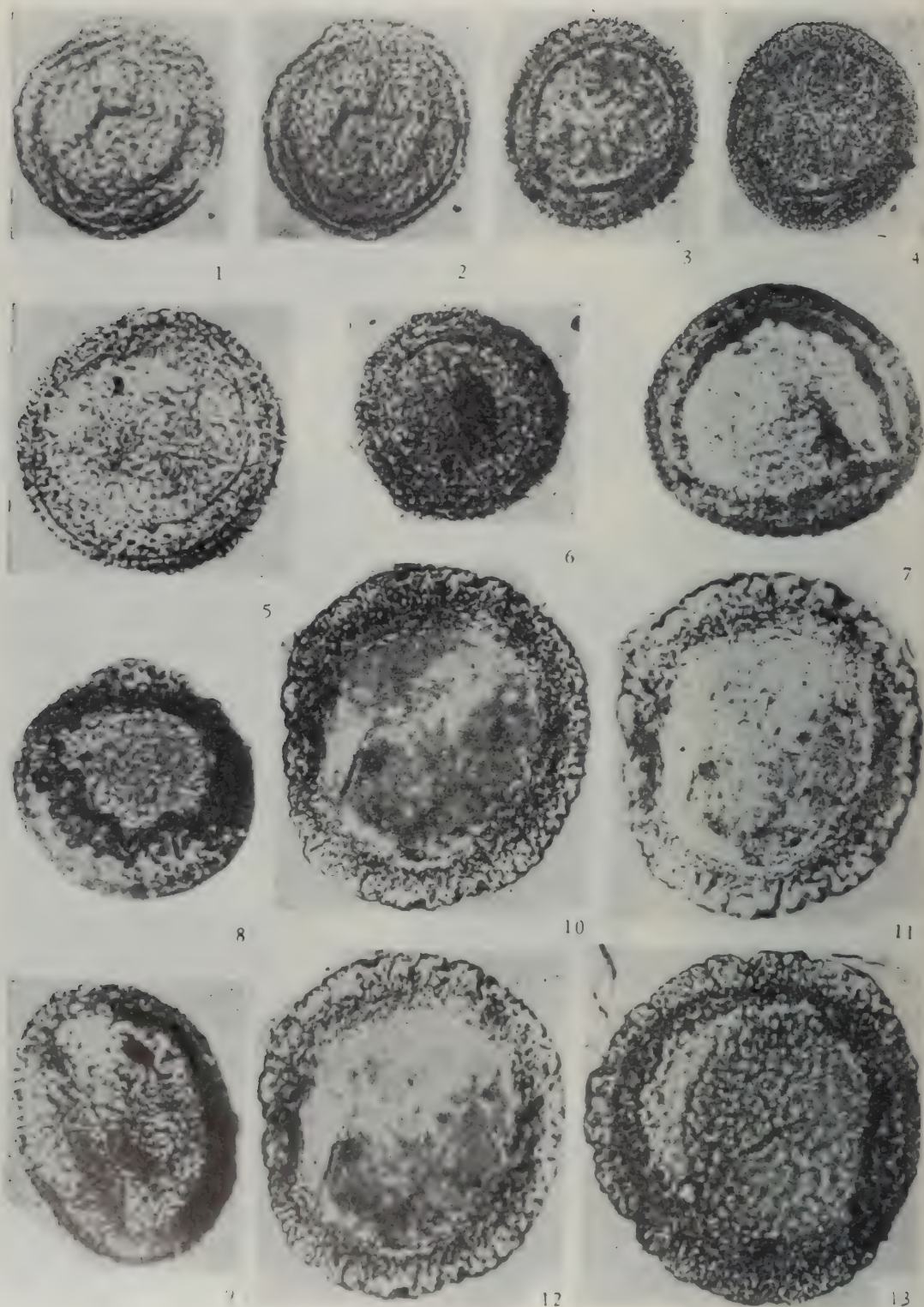


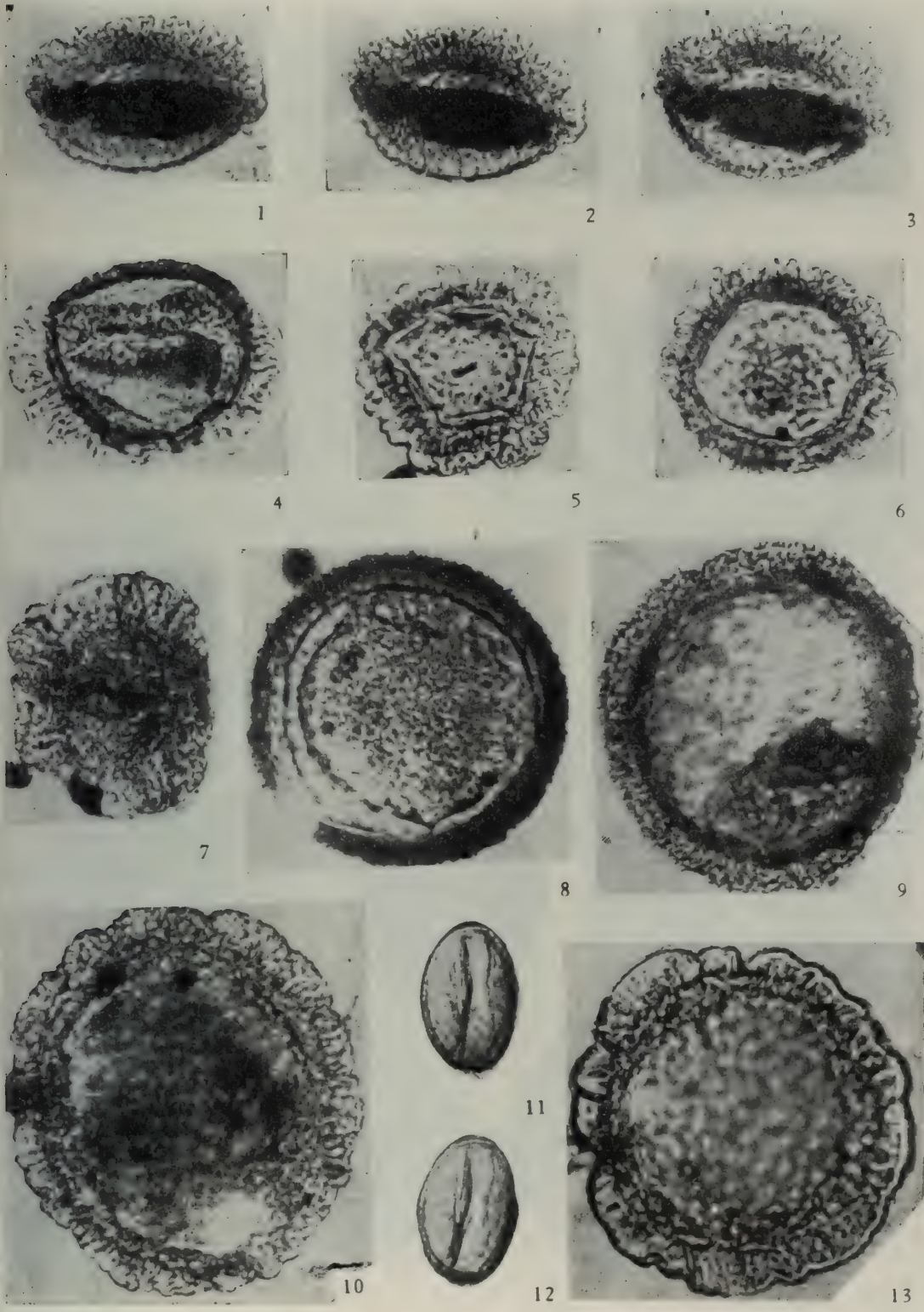
12

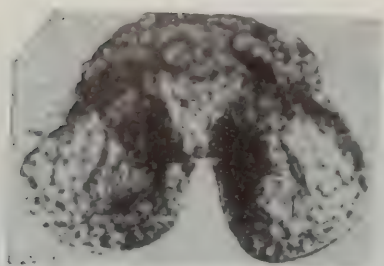


13

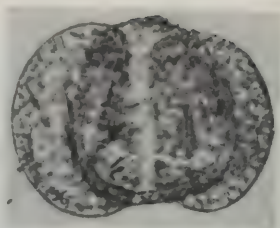




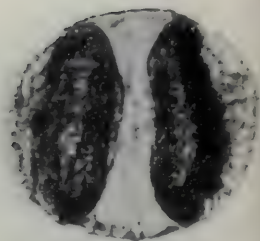




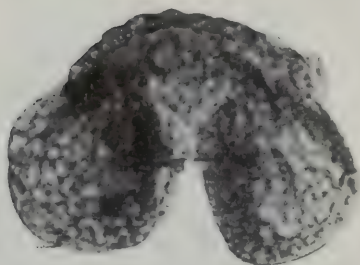
1



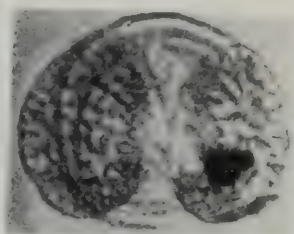
6



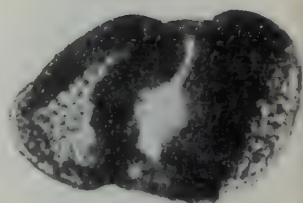
11



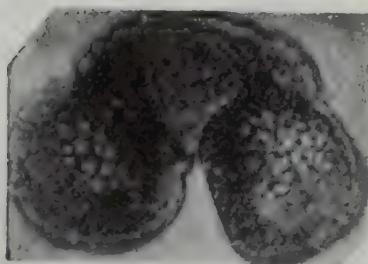
2



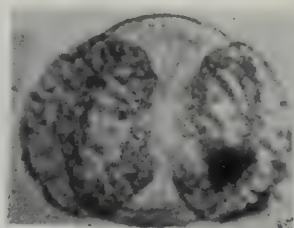
7



12



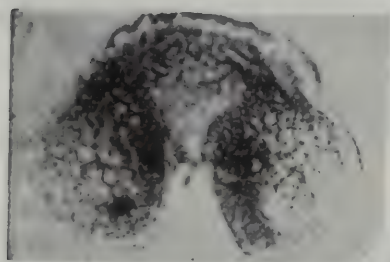
3



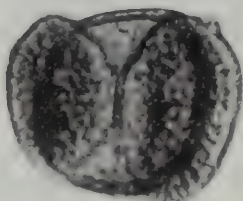
8



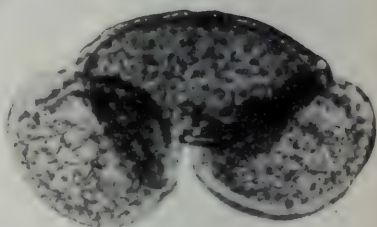
13



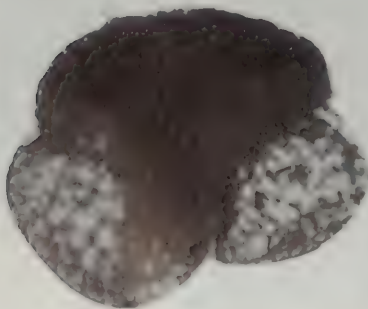
4



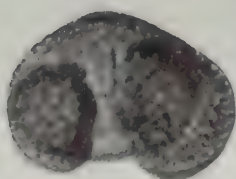
9



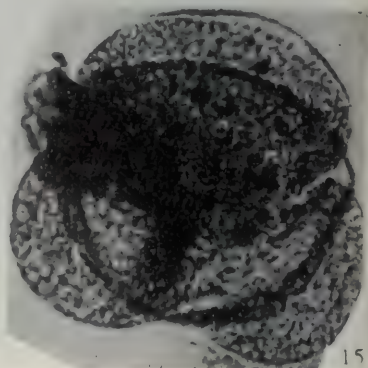
14



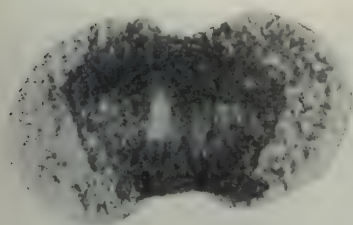
5



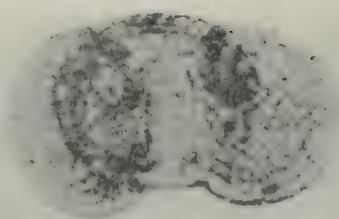
10



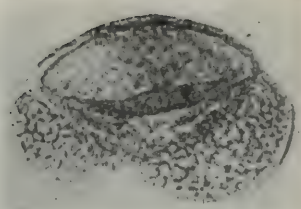
15



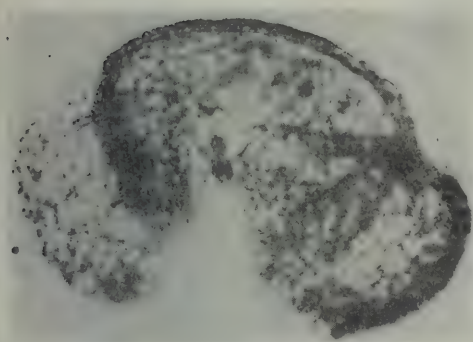
1



2



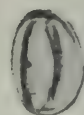
3



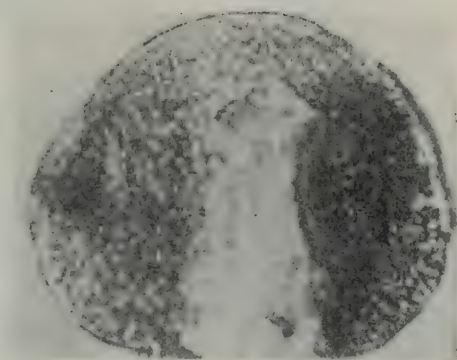
4



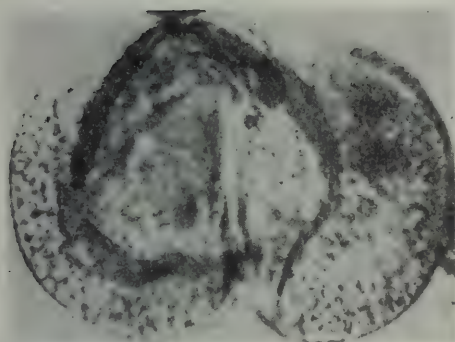
7



8



11



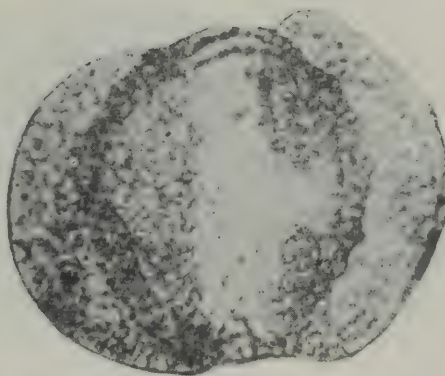
5



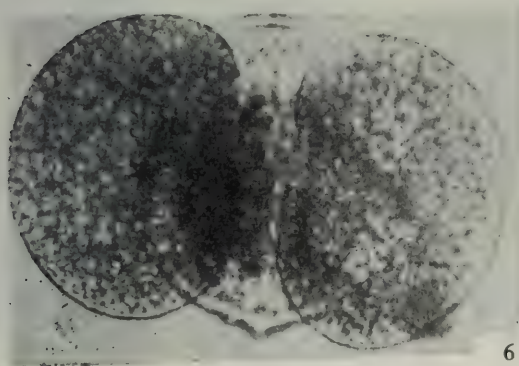
9



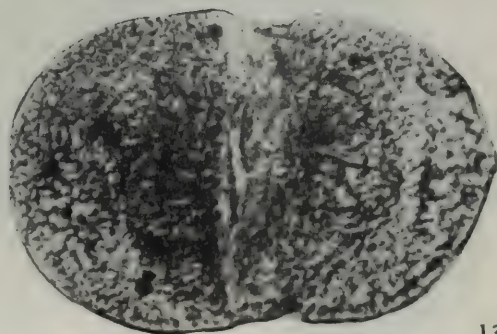
10



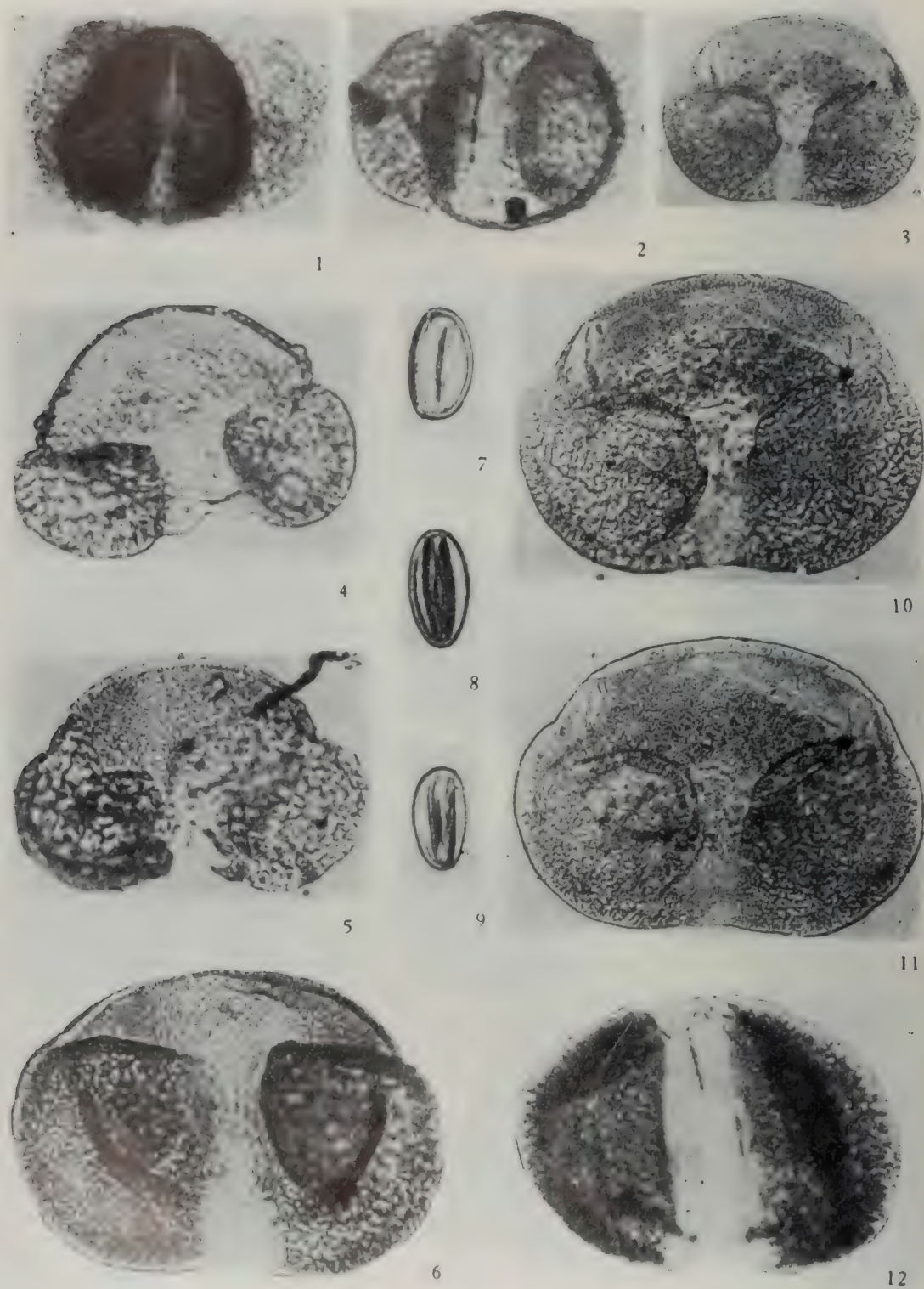
12

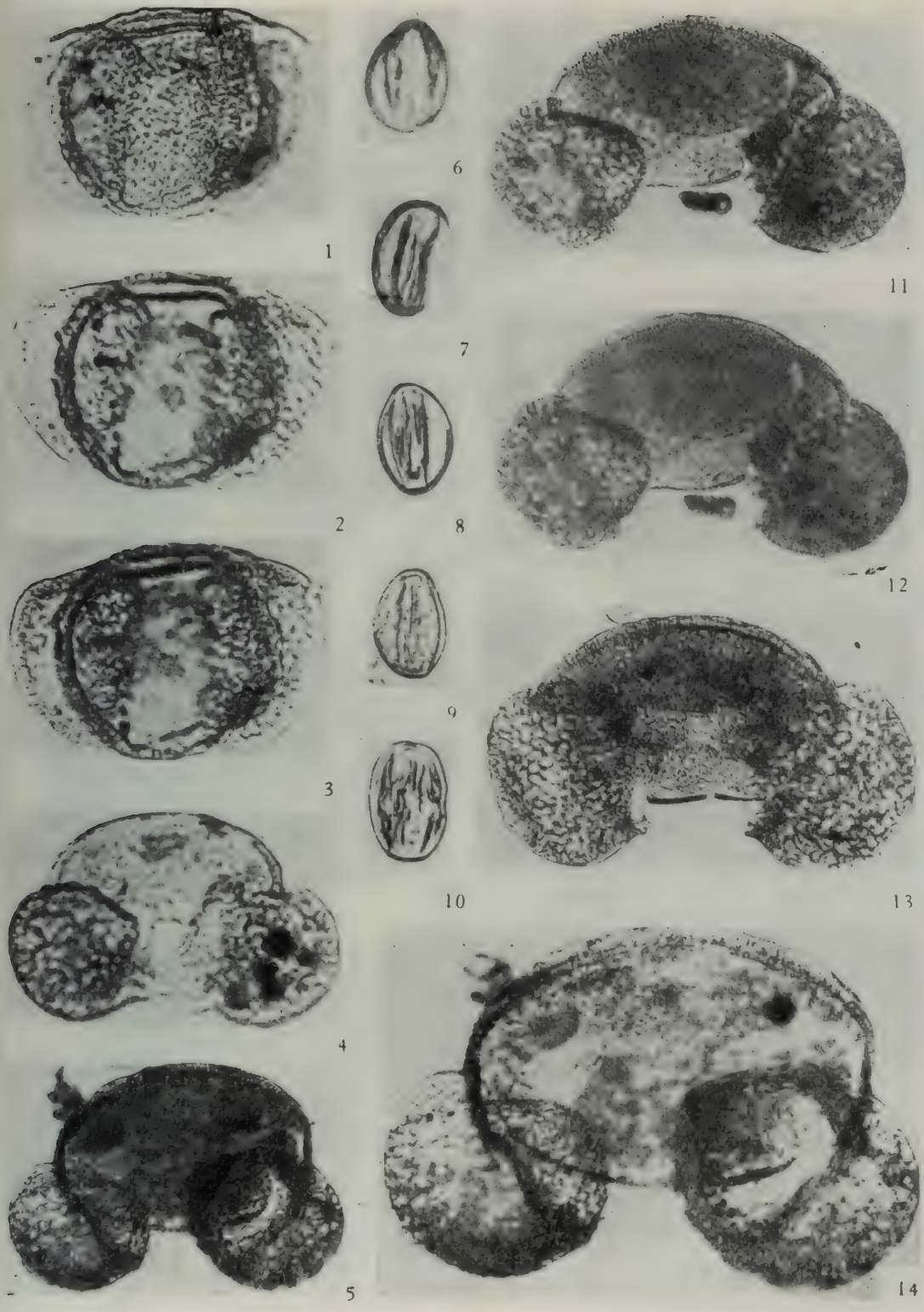


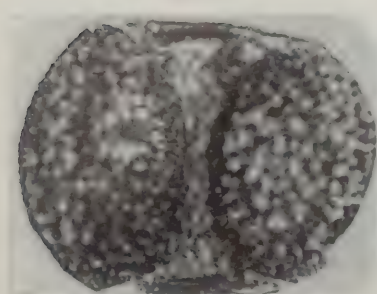
6



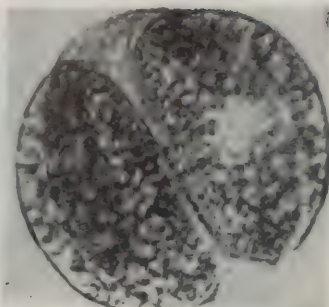
13



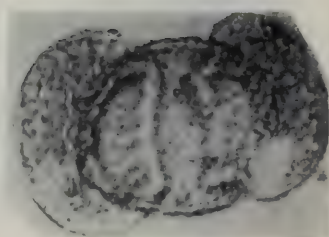




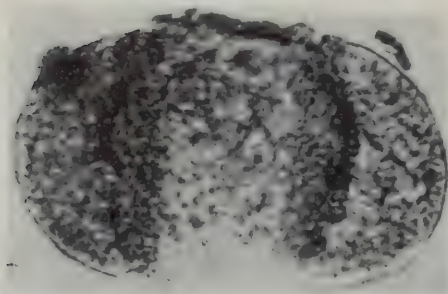
1



2



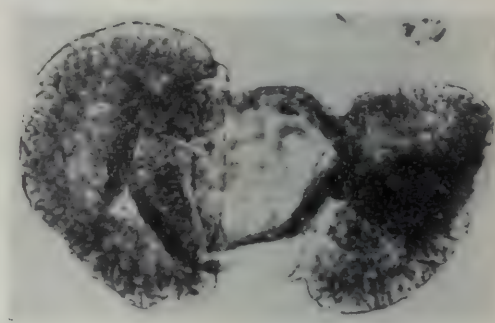
3



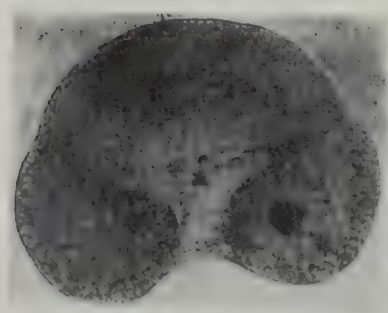
4



8



11



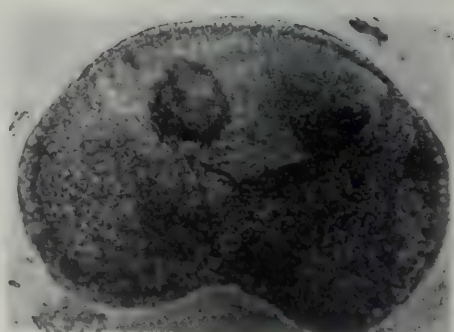
5



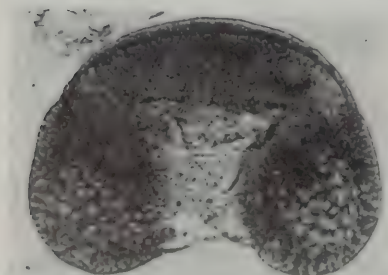
9



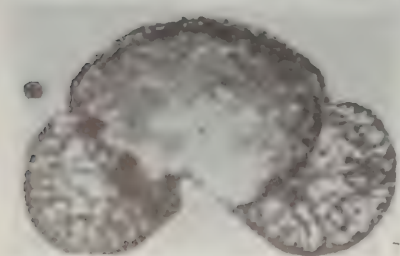
10



12



6

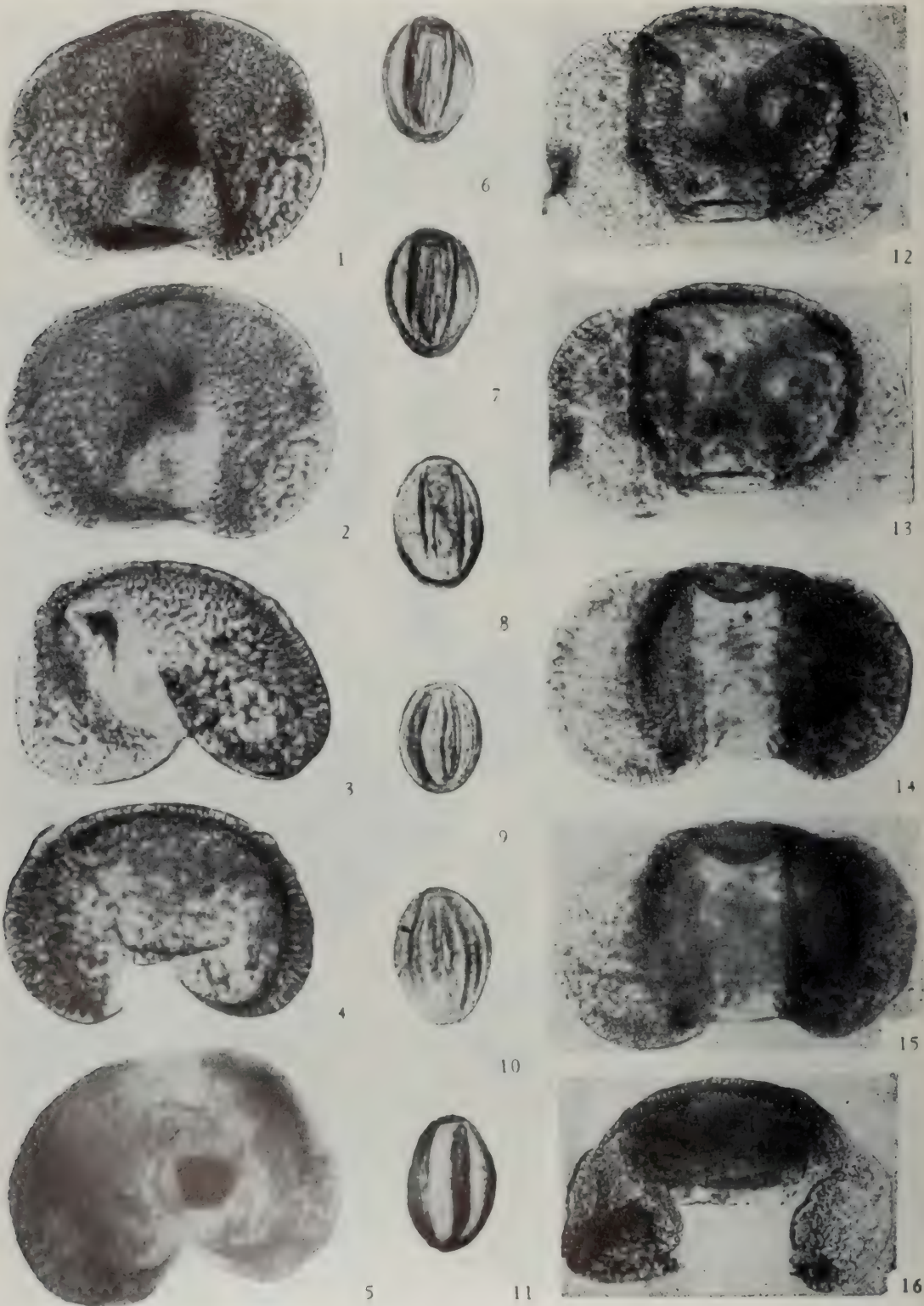


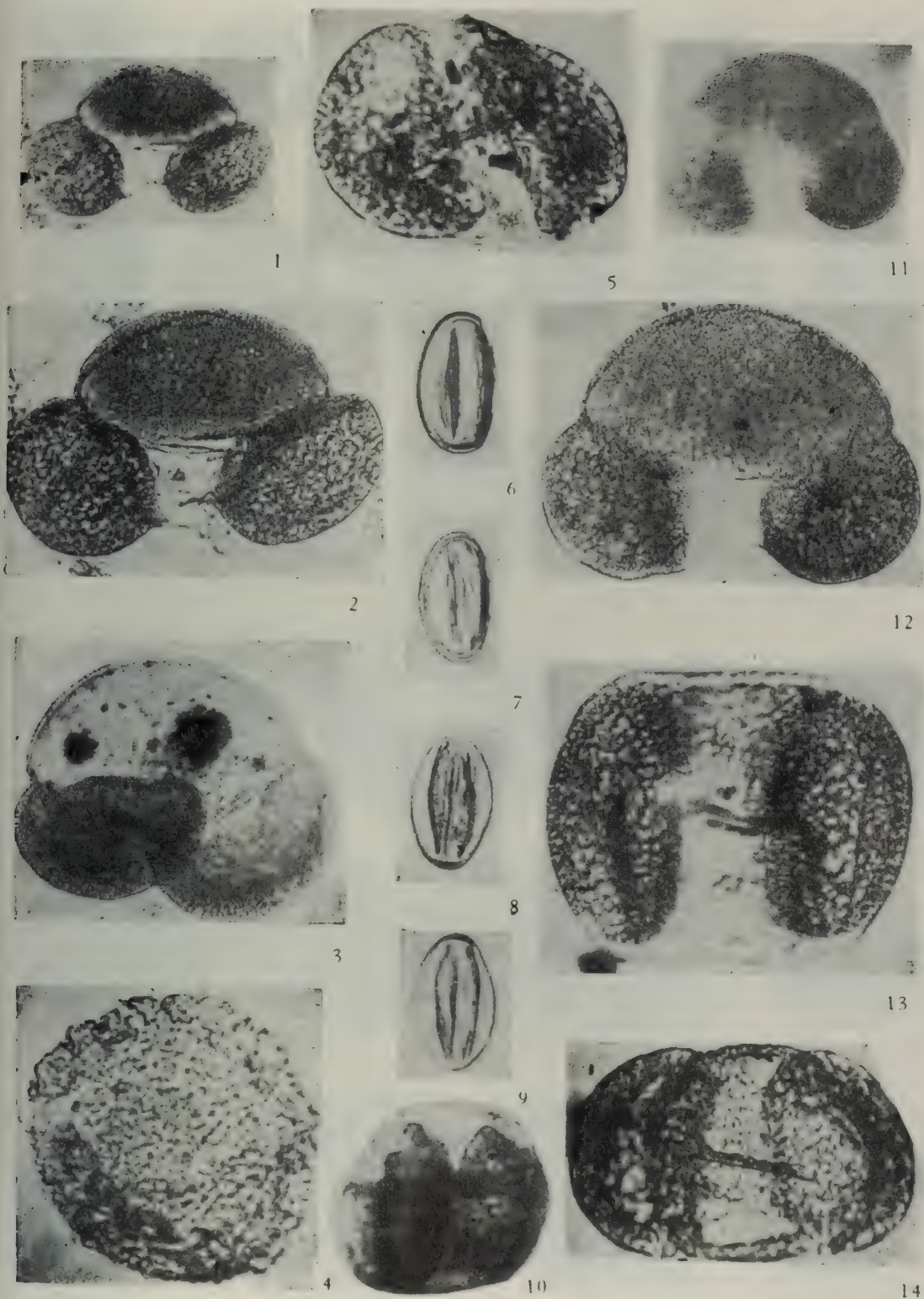
7



13

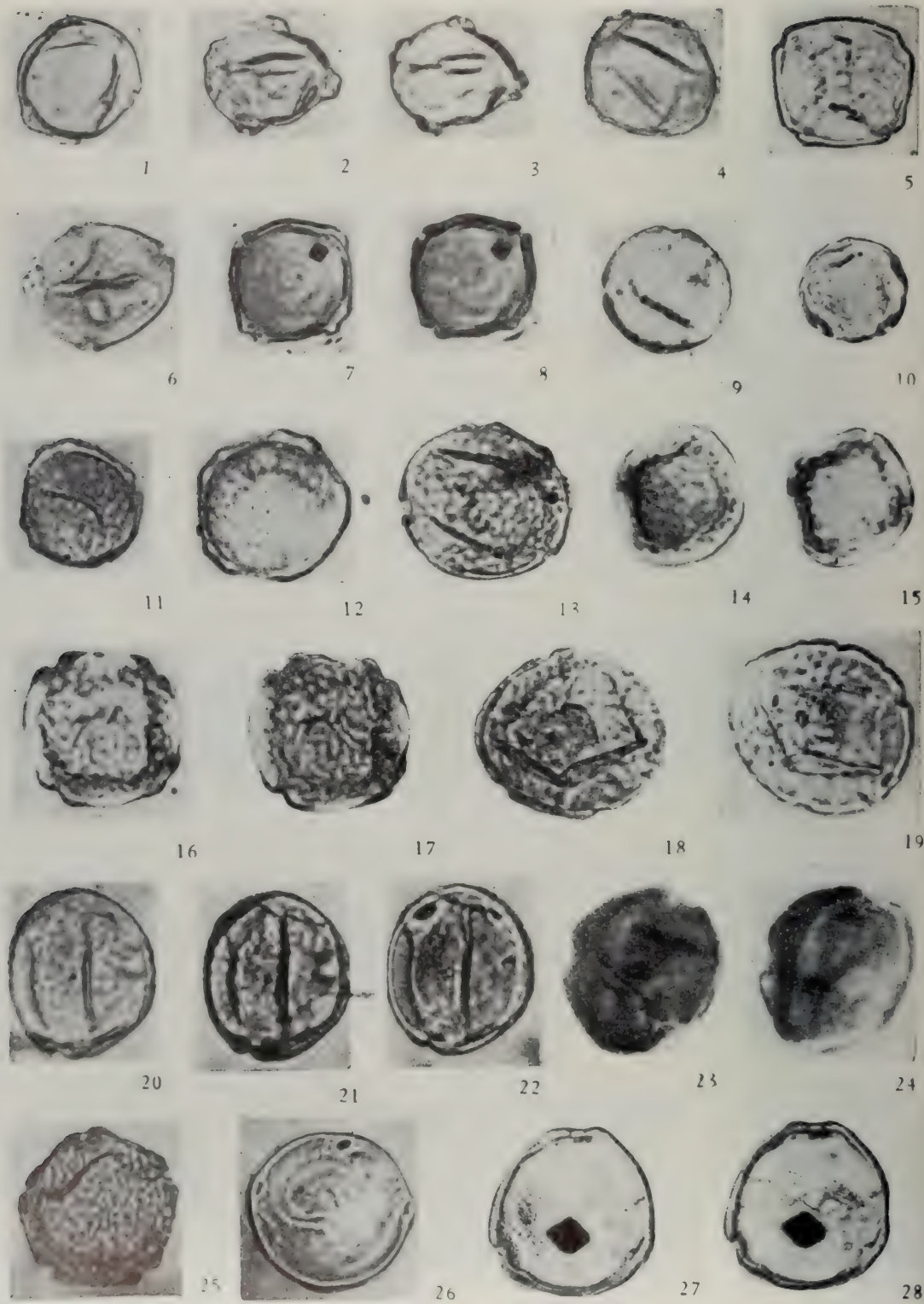


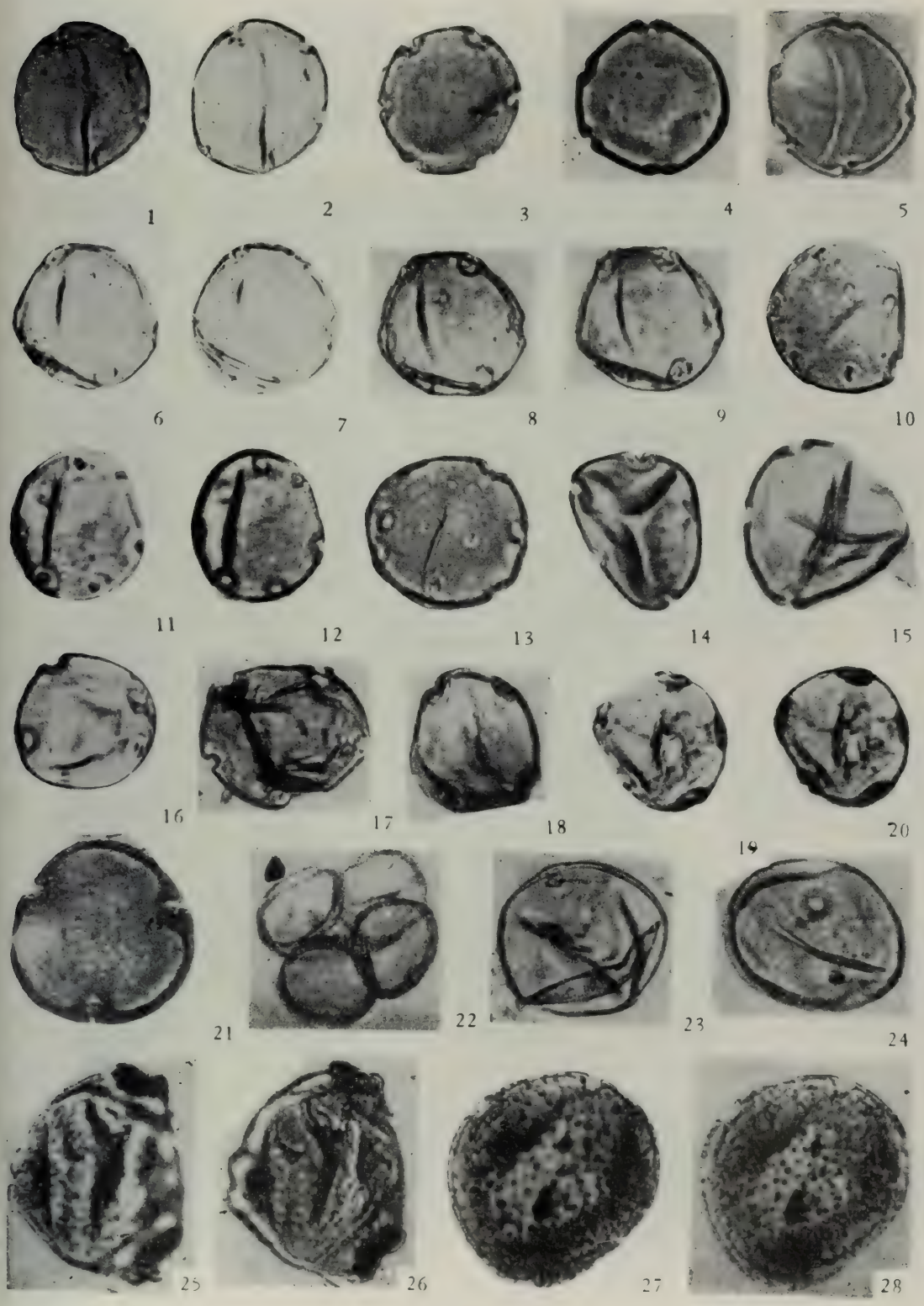


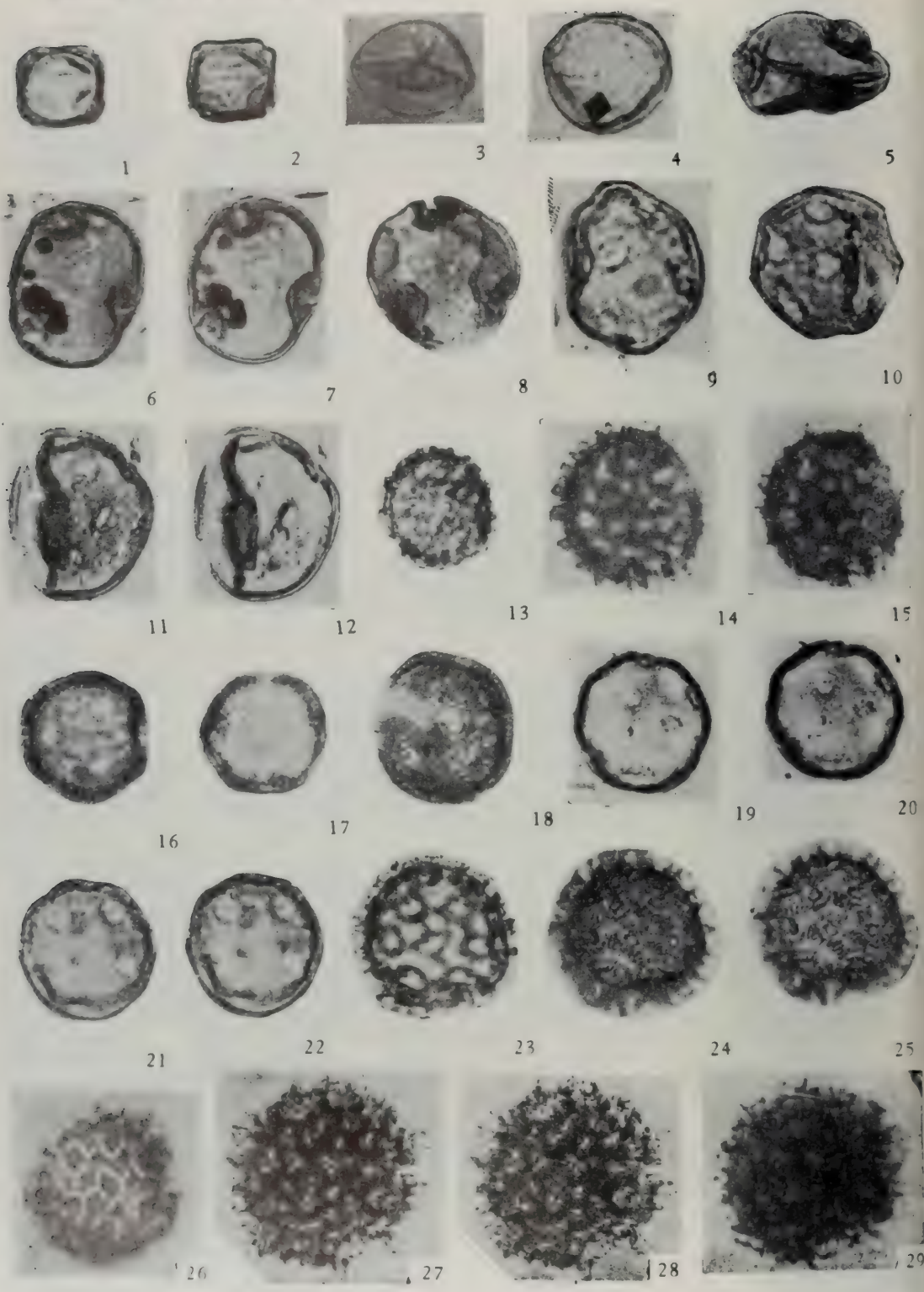




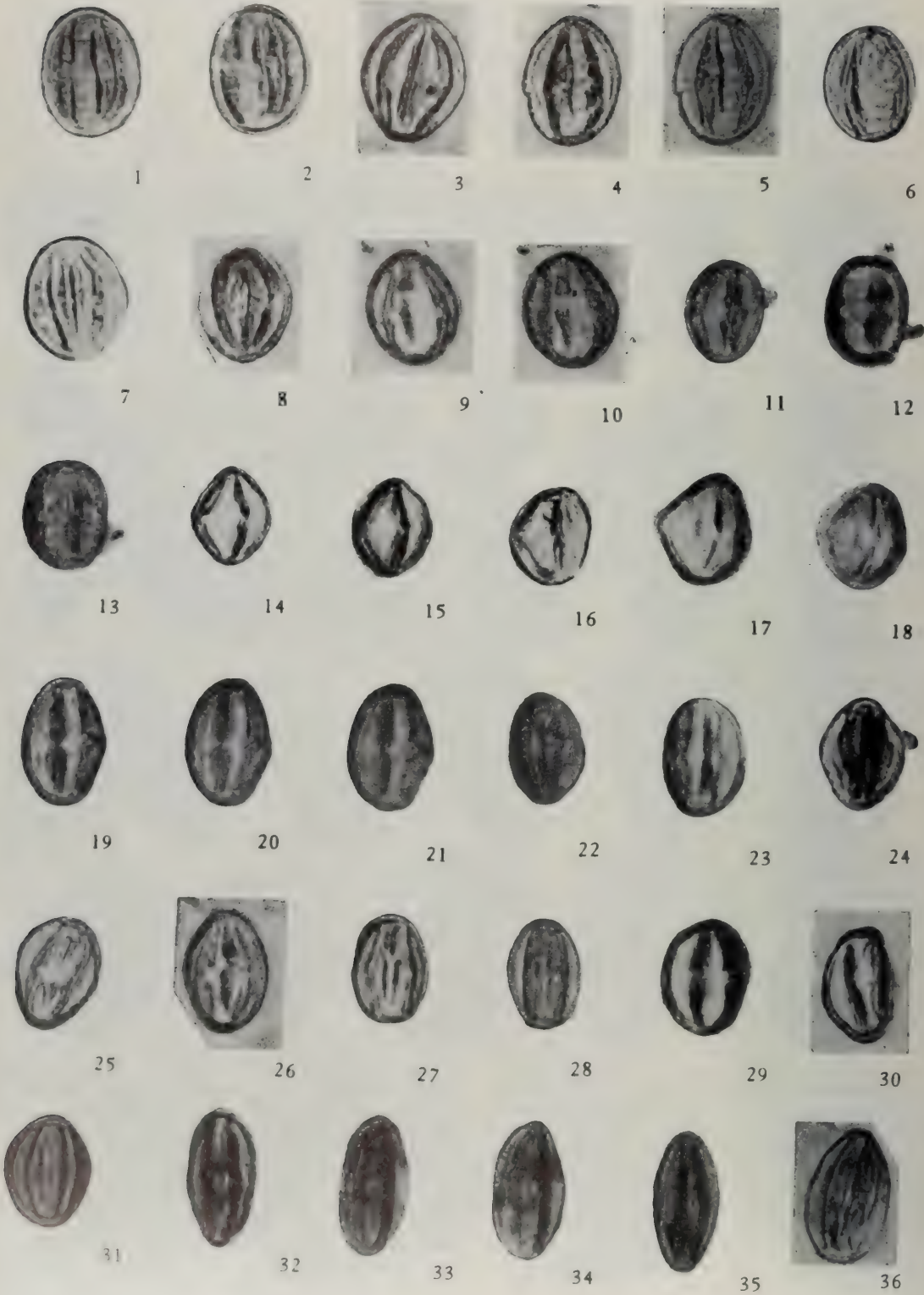


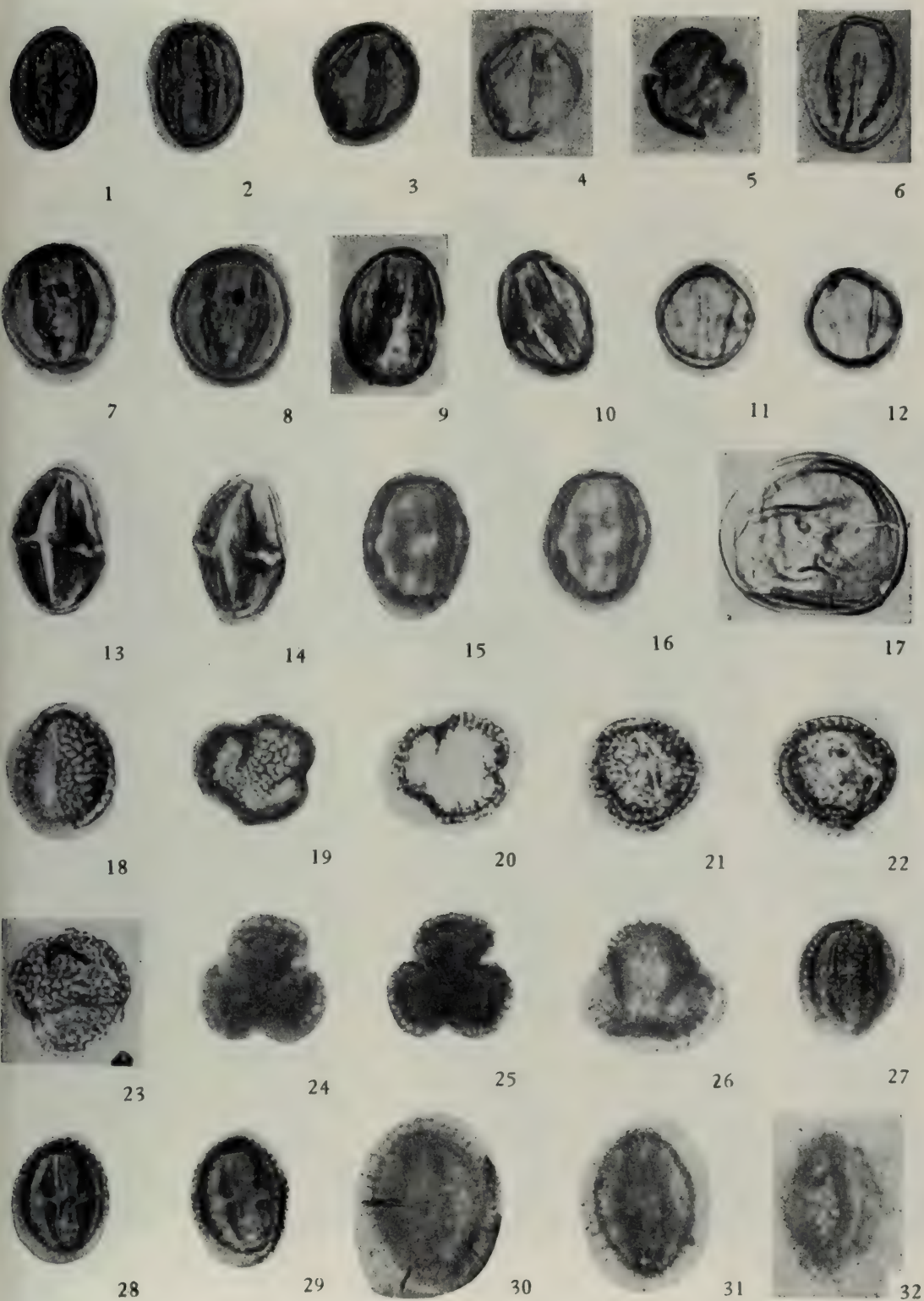


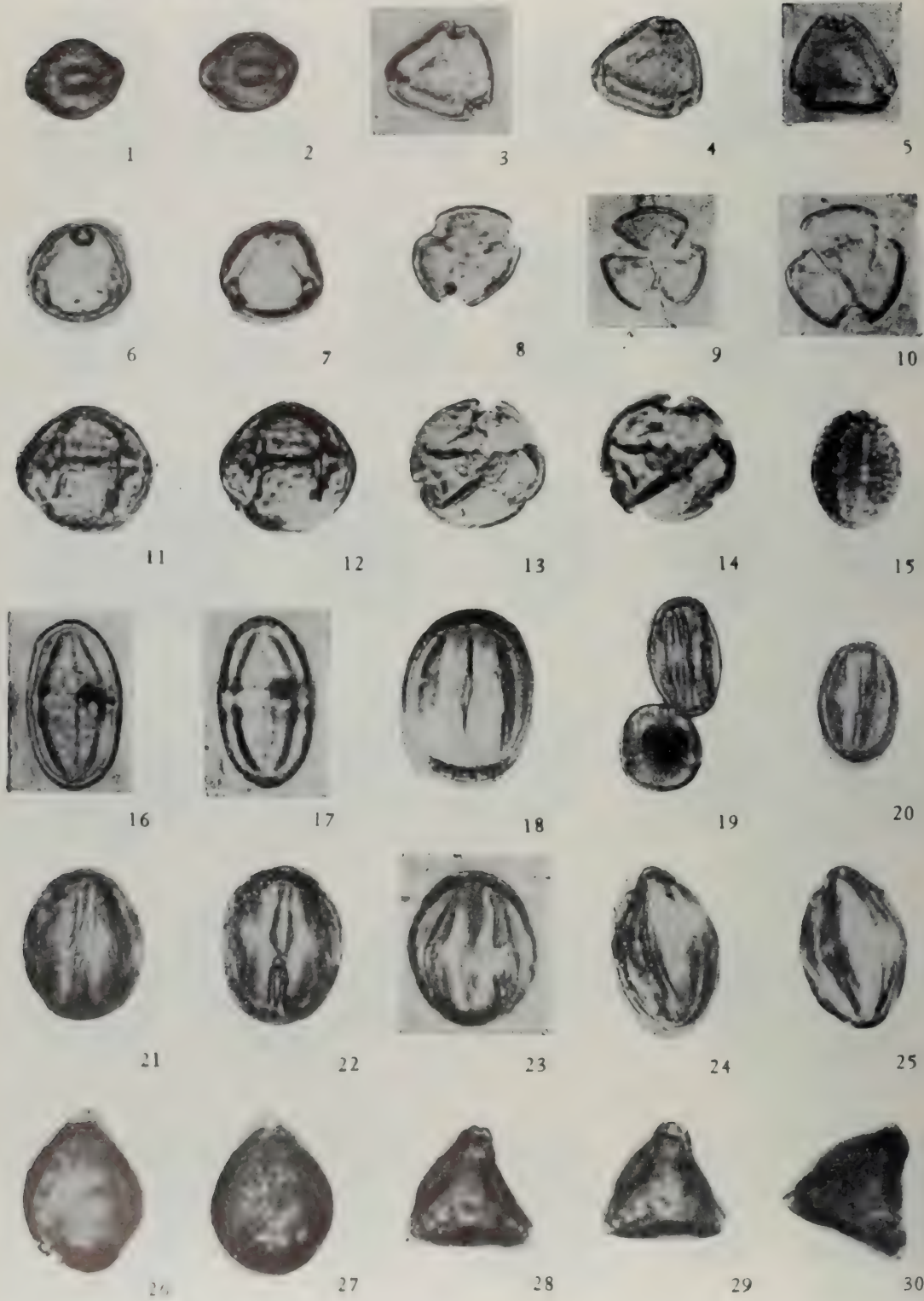




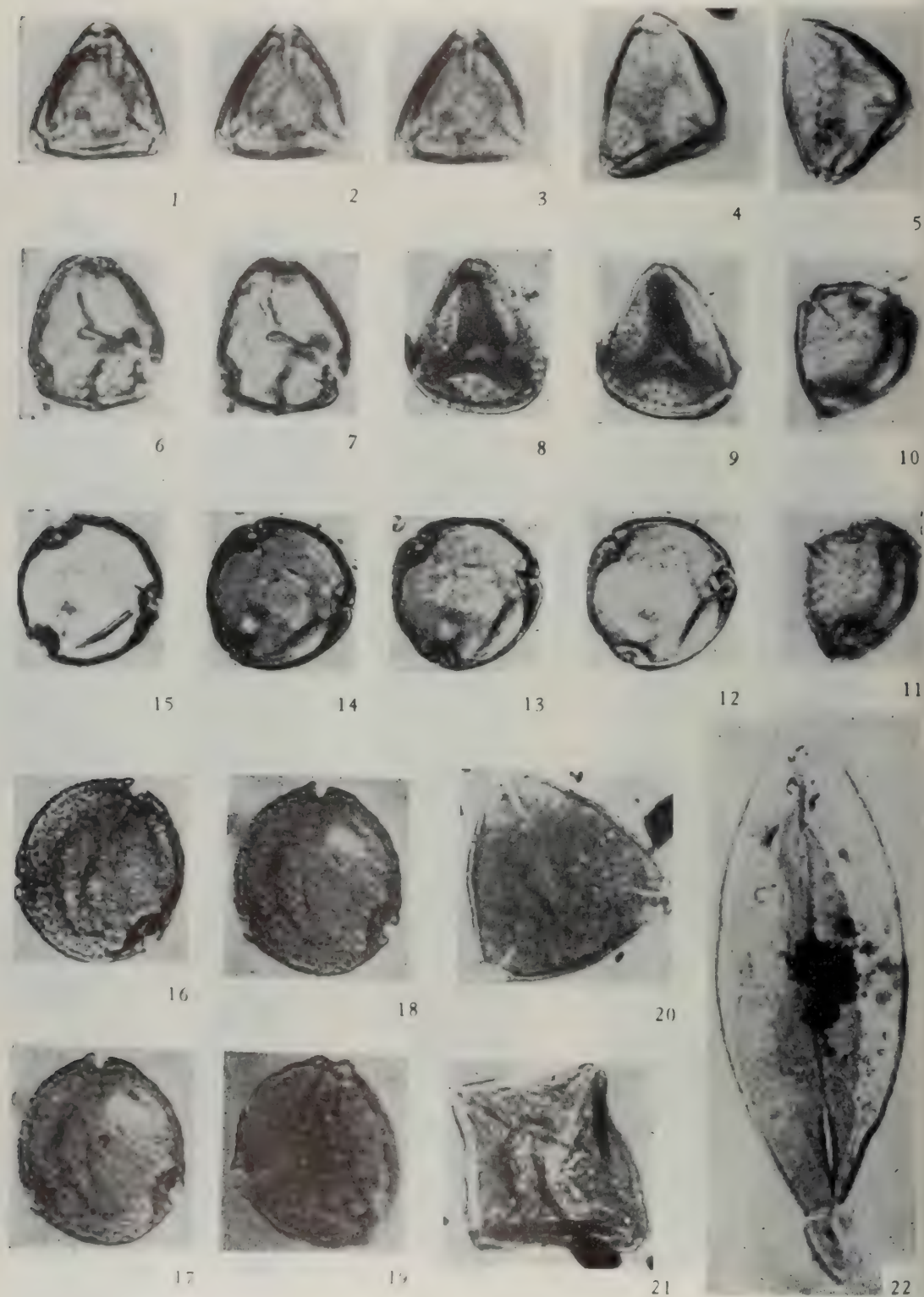


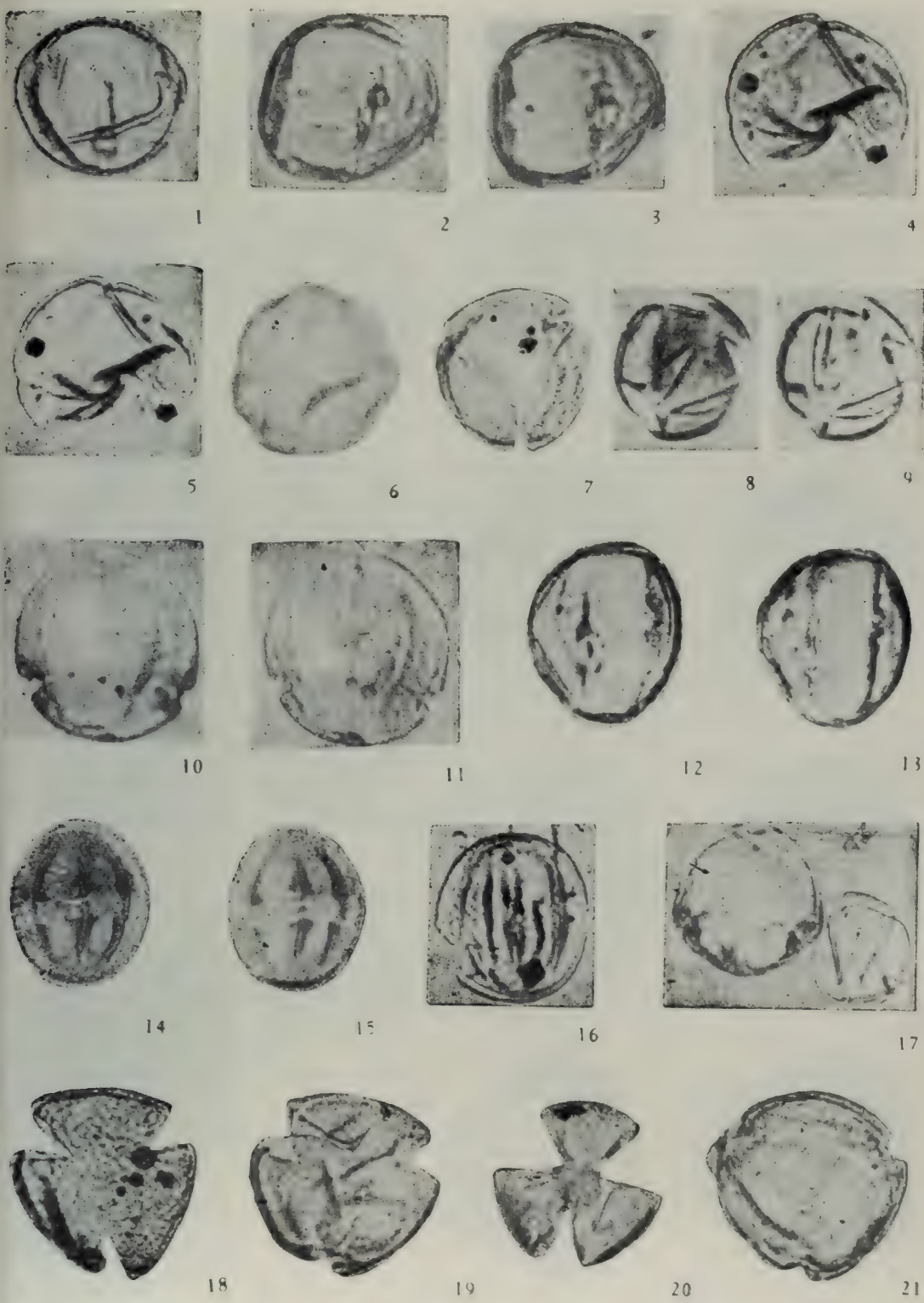


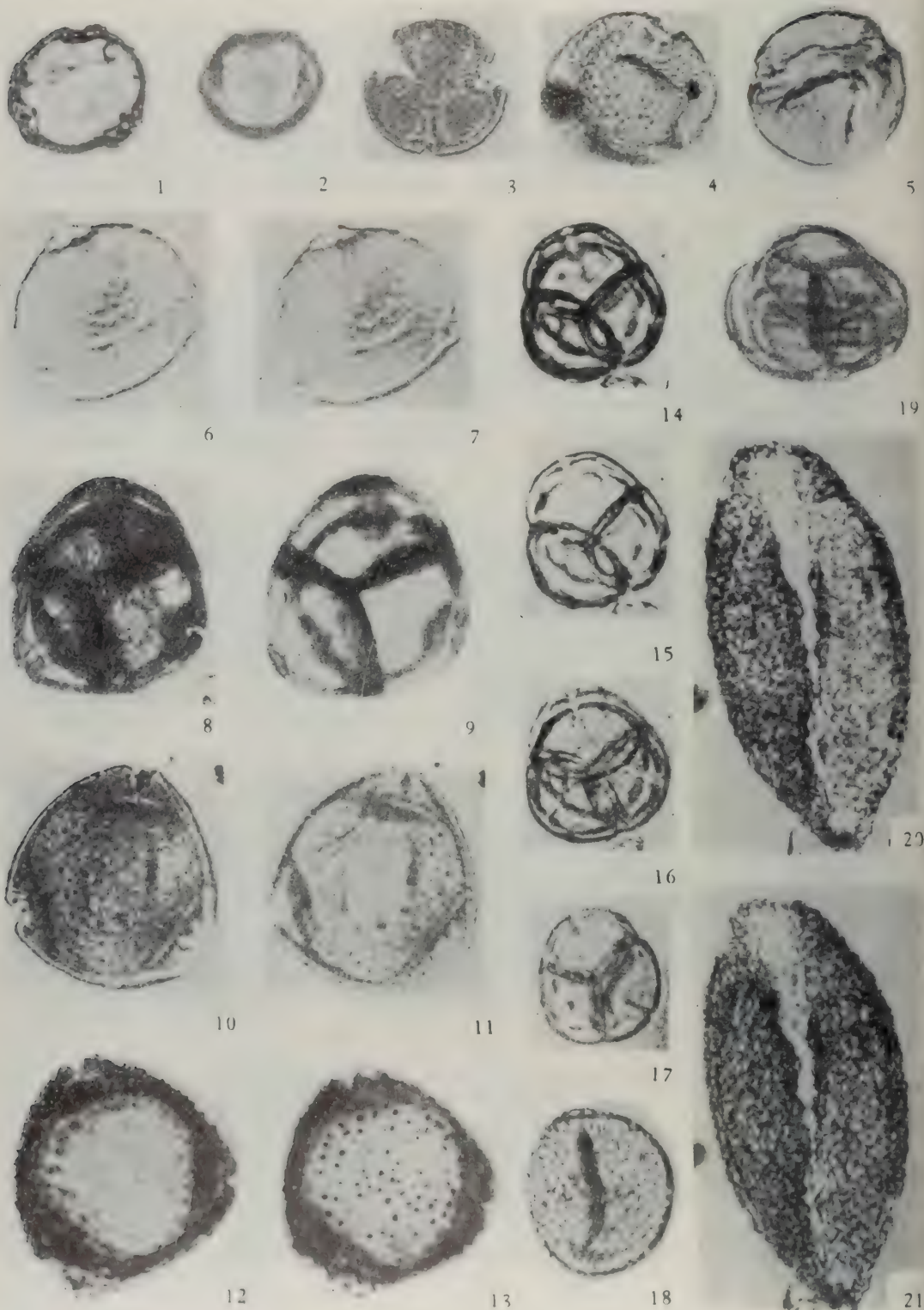












云南沾益史家坡中泥盆统海口组 微体植物群

卢 礼 昌

(中国科学院南京地质古生物研究所)

一、前 言

1979 年深秋,笔者和我所蔡重阳、卢辉楠等应邀参加云南省地质局第二区域地质测量大队八分队主办的“曲靖幅”野外地质验收会,并随同该队在曲靖-沾益地区观察和参与补测了若干泥盆系剖面,沾益史家坡中泥盆统海口组剖面就是其中之一。本文研究材料,除笔者 1982 年夏补采的部分样品(YZS 10-14)外,其余样品(YZS 1-8)就是当时在八分队同志协助下采取的。所有样品,经浸解处理,几乎都含有数量不等的孢子和少量疑源类等微体化石,其中以 YZS4 号样品的孢子含量最为丰富,且保存完善,是颇为理想的研究材料。该剖面由以陆相为主的海陆交替相沉积所组成,据野外观察和该区域地层划分与对比表明,其下部岩层与邻近的龙华山剖面上部地层(15—17 层)层位相当,中、上部地层较之略高。所以本文实属沾益龙华山泥盆纪大孢子(卢礼昌、欧阳舒, 1978)和小孢子(卢礼昌, 1980b)研究的继续与补充,同时也是沾益-曲靖地区中泥盆统海口组微体植物群的小结。当前微体植物群或许还没有达到它应有的丰富和完善的程度,但在目前,仍是属种最多、保存最好的中泥盆世晚期微体植物群。据统计,共获大小孢子 57 属、173 种,其中含 1 大孢子新属、14 新种, 4 小孢子新属、55 新种以及 21 未定种。根据微体植物群成分、特征及其与国内外有关组合对比,并结合与其同层或互层产出的腕足类、鱼和植物等大化石,在前人研究的基础上,较详细地补充讨论了广义的海口组的地质时代。

研究材料,除沾益史家坡的(为某些孢子种)外,还增贴了邻近同一层位的西冲或龙华山剖面的极少数标本的图片。

沾益史家坡的样品浸解、标本制片,由黄凤宝同志完成,沾益西冲(个别)样品(YZX-14-4)系由莫春华同志处理,4 块重作样品请何翠玲同志帮忙;标本透光显微照相承范晓羿同志协助,扫描电子显微照相先后由李懋、曹德辉和茅永强三同志承担;图表由杨荣庆同志清绘;在鉴定和写作过程中,得到欧阳舒同志的帮助;此外,外文摘要部分由 1986 年时在我所访问的美国中央密歇根大学地质学教授 Reed Wicander 进行了审阅和修改。笔者在此表示衷心感谢。

二、地 层 概 况

海口组, 原名为“海口层”, 为谢家荣 (1941) 创建; 以产沟鳞鱼 *Bothriolepis sinensis* Chi 和原始鳞木 *Protolepidodendron scharyanum* Krejci 而闻名。标准剖面在昆明以南、滇池西岸的海口附近, 距昆明市中心约 20 km。地层由白色石英砂岩和页岩组成, 厚度常小于 50 m; 下伏早寒武世地层, 不整合, 上覆“宰格灰岩”。这套纯陆相沉积的“海口层”通常被理解为狭义的海口组。广义的海口组是一套以陆相沉积为主的海陆交替相沉积地层, 广泛分布于云南各地(除文山等地区外), 厚度达 50—100 m 以上。本文研究材料即属广义的海口组。

云南沾益史家坡中泥盆统海口组剖面

剖面位于沾益县城以东约 2.5 km 的玉光村(插图 1) 史家坡(铁路线北侧约 300 m 的半山坡上水渠旁和山坡脚下水沟边), 和与其层位相当的沾益龙华山(玉龙山)剖面相距约 5 km。剖面未见顶底, 但所测地层出露良好, 为海陆交替相沉积, 所含生物群表明, 系较理想的研究化石孢子的剖面。所产化石, 除狭义的海口组化石外, 还有腕足类、珊瑚、轮藻, 尤以化石孢子最为丰富, 且保存完美, 其丰富和完好程度远远超过了邻近的沾益龙华山上部孢子组合(卢礼昌, 1980b)。

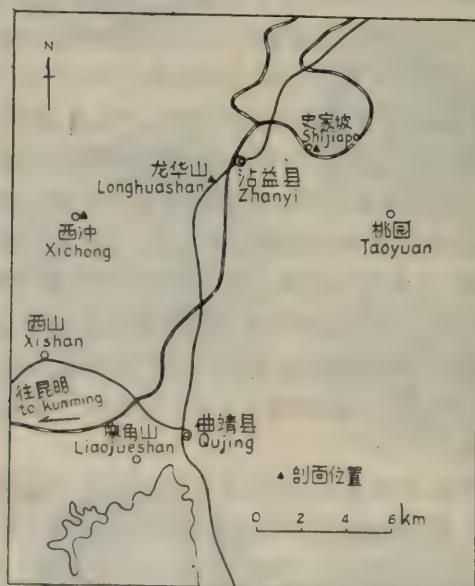


插图 1 沾益龙华山地区地层剖面位置图 (Index map showing locations of stratigraphical sections in Longhuashan area of Zhanyi, Yunnan)

整个剖面由上下相邻两部分组成: 一是半山坡上, 挖掘水渠人工劈露的剖面 (1403 剖面), 可称水渠剖面, 化石孢子主要产自该剖面; 一是山坡脚下, 溪水切割、自然出露的剖

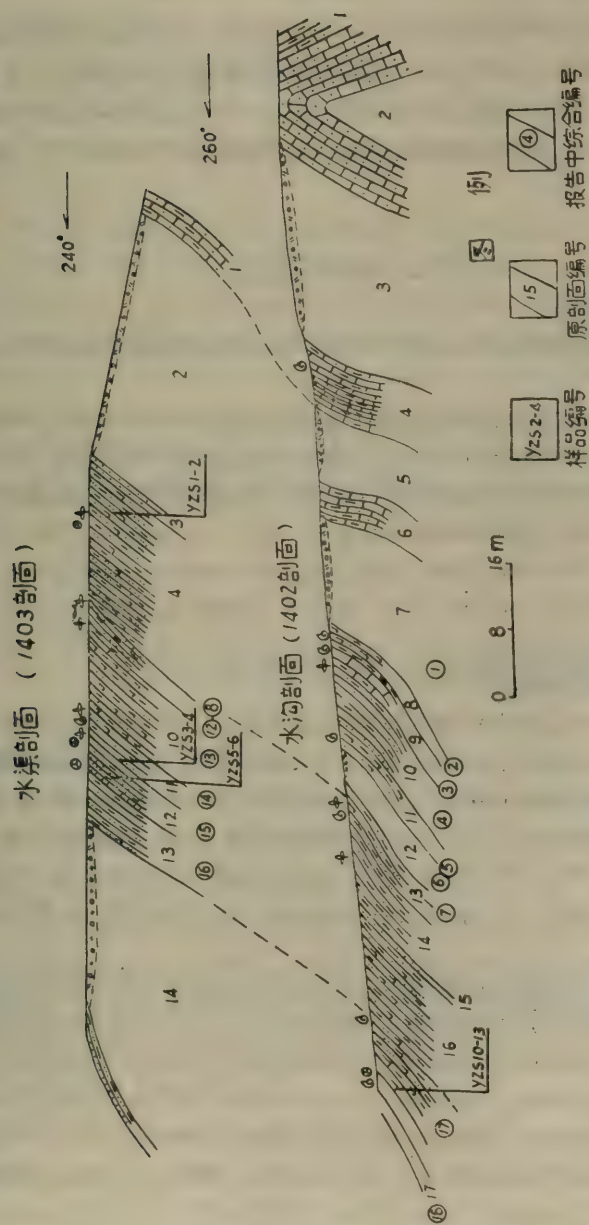


插图2 云南沾益史家坡中泥盆统海口组实测剖面与孢子样品图 (Map showing stratigraphical section and position of spore sample in Shijiaipo of Zhanyi, Yunnan)

面(1402剖面),可谓水沟剖面,两剖面水平距离约10 m左右。实际上,后一剖面主要是前一剖面(地层)沿走向的延伸(插图2),两者层位明显相当,但彼此岩性略有变化,后者钙质成分的含量显著增加,不纯灰岩或砂质、泥质灰岩大量出露,所产孢子数量不如前者众多。地层西倾,倾角一般为 40° — 50° ,实测厚度105.88m。

本文所述的沾益史家坡剖面的地层分层、岩性描述、各门类古生物化石名单的列举,以及实测剖面图等,除笔者于1977年10月随同熊家镛、符力奋、潘江、王士涛和蔡重阳、卢辉楠等采集、记录和其后浸解样品所得的化石孢子外,主要是引用云南省地质局第二区测地质测量大队的资料¹⁾。现将该剖面的岩性、分层及其所产主要化石,由上而下简介如下(插图2):

上覆地层 第四系

~~~~~不整合~~~~~

#### 中泥盆统海口组(未到顶)

18. 下部灰色、黄灰色中厚层状细粒石英砂岩,上部砂岩与泥岩、粉砂质泥岩互层,中段(部)为浮土掩盖 > 20 m
17. 灰色、深灰色钙质粉砂质泥岩夹钙质泥岩,除含腕足类 *Stringocephalus burtini* Defrance, *Meristella tiaomachienensis* Jien, *Athyris tangshanensis* Grabau; 和珊瑚 *Thamnopora* sp. 外,尚产颇具特色的孢子(样品系笔者于1982年6月补采的) *Corystisporites conoides* (sp. nov.), *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.), *C. verrucosus* (gen. et sp. nov.), *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.), *V. navicularis* (gen. et sp. nov.), 以及 *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.), *R. robustus* (gen. et sp. nov.), *Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.) 4.85 m
16. 灰色厚层页片状粉砂质泥岩 6.12 m
15. 褐黄色中厚层状细粒石英砂岩夹粉砂质泥岩,盛产孢子 *Acinosporites pyramidatus* Lu, *Rai-strickia crassus* (sp. nov.), *Lophozonotriletes irregularis* (sp. nov.), *Samarisporites triangularis* Allen, *S. heteroverrucosus* Lu, *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen, *A. auritus* Lu, *A. splendidus* Lu, *Chelinospora multireticulata* Lu, *C. regularis* (sp. nov.), *Cymbosporites cyathus* Allen, *Reticulatamonoletes robustus* (gen. et sp. nov.), *Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.), *Ancyrospora acuminata* Lu, *A. subcircularis* Lu 和 *Hystricosporites* spp. 2.83 m
14. 灰色中厚层状钙、泥质胶结的细粒石英砂岩、深褐色粉质页岩,所产孢子最丰富,主要大、小孢子属有 *Calamospora*, *Retusotriletes*, *Peltosporites* (gen. nov.), *Apiculiretusispora*, *Dibolisporites*, *Convolutispora*, *Acinosporites*, *Acritosporites*, *Favispora* (gen. nov.), *Camarozonotriletes*, *Lophozonotriletes*, *Samarisporites*, *Verrucizonotriletes* (gen. nov.), *Costazonotriletes* (gen. nov.), *Cymbosporites*, *Geminispora*, *Grandispora*, *Archaeoperisaccus*, *Reticulatamonoletes* (gen. nov.) 以及 *Hystricosporites*, *Nikitinsporites*, *Ancyrospora* 等属,各属的种数,合计约100种 2.12 m
13. 褐色、灰色钙质泥岩夹细粒石英砂岩,沿走向可见泥灰岩夹层,产植物 cf. *Barrandeina dusliana* (Krejci) Stur 和珊瑚等 9.62 m
12. 黄白色石英砂岩 0.20 m

1) 中华人民共和国区域地质调查报告(曲靖幅),1978。



11. 灰—烟灰色页片状钙质泥岩,产植物 *Protolepidodendron scharyanum* Krejci, cf. *Barrandeina dusliana* (Krejci) Stur 0.60 m
10. 褐黄色钙质细粒石英砂岩 0.60 m
9. 黄褐色钙质泥岩,产鱼 *Bothriolepis* sp., *Hunanolepis* sp.; 腕足类 *Stringocephalus* sp., 0.58 m
8. 褐黄色、钙泥质胶结细粒石英砂岩 0.4 m
7. 灰色、绿灰色夹褐色泥质粉砂岩及中厚层状钙质石英砂岩,产轮藻 *Sycidium lagenarium* Wang, *S. xizangense* Wang 0.33m
6. 浮土掩盖,沿走向往北可见褐黄色夹灰色钙质石英砂岩与粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层 5.78 m
5. 灰色薄—中厚层状钙质粉砂岩与钙质、砂质泥岩互层、产腕足类 *Stringocephalus* sp. 2.89m
4. 灰色中—厚层状中、细粒石英砂岩夹薄层灰色及灰黑色泥质砂岩、粉砂质泥岩,主要产植物 *Protolepidodendron scharyanum* Krejci, cf. *Barrandeina dusliana* (Krejci) Stur 5.34 m
3. 灰色、绿灰色厚层块状钙质泥岩夹薄层骨屑灰岩及泥岩,除见有植物和鱼化石碎片外,还产孢子 *Stenozontriletes clarus* Ischenko, *Archaeozontriletes variabilis* Naumova, *A. auritus* Lu, *Chelinospora multireticulata* Lu, *Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.) 2.42 m
2. 灰色中厚层状钙泥质胶结细粒石英砂岩,产腕足类 *Stringocephalus* sp. 0.80 m
1. 灰色薄—中厚层状含砂泥质灰岩,断续出露,产腕足类 *Stringocephalus* sp.; 轮藻 *Sycidium* sp. >40.4 m

(未见底)

### 三、孢子的形态分类系统和属种描述

古生代分散孢子的研究,通常采用人为分类系统。近年来,也有人 (McGregor 和 Camfield, 1976) 使用一种更为简便的“字母排列法”,即仅采用基本的属种名称,而不接受任何属以上的“分类单位”,在著文中,属种是按其头一个字母在英语中的顺序排列。这是一种只管命名,不管分类的方法,使用简便,价值仍存。

本文仍沿用人为分类系统,但某些属的归“类”略有更改。在属种描述中,随着资料的积累,对笔者原先创立或描述 (1980a, 1980b 和 1981) 的某些属种也作了必要的修订或补充,并相应地重贴了部分标本图片。为了使用方便和节省篇幅,现将属以上的人为分类单位和形态属种名称罗列如下(在属种描述时,不再重复属以上的单位):

Anteturma SPORITES Potonié, 1893

Turma TRILETES Reinsch emend. Dettmann, 1963

Suprasubturma ACAMERATITRILETES Dettmann, 1963

Subturma AZONOTRILETES Luben emend. Dettman, 1963

Infraturma LAEVIGATI Bennie et Kidston emend. Potonié, 1956

1) Genus *Gulisporites* Imgruad emend. Gupta, 1969

1. *Gulisporites* sp.

2) Genus *Leiotriletes* Naumova emend. Potonié et Kremp, 1954

2. *L. dissimilis*
3. *L. sp.*
- 3) Genus *Calamospora* Schopf, Wilson et Bentall, 1944
  4. *C. microrugosa*
  5. *C. intropunctata* (sp. nov.)
  6. *C. normalis* (sp. nov.)
- 4) Genus *Punctatisporites* Ibrahim emend. Potonié et Kremp, 1954
  7. *P. planus*
  8. *P. solidus*
  9. *P. putaminis*
  10. *P. glabrimarginatus*
  11. *P. robustus* (sp. nov.)
  12. *P. sp.*
- 5) Genus *Peltosporites* (gen. nov.)
  13. *P. imparilis* (gen. et sp. nov.)
  14. *P. rotundus* (gen. et sp. nov.)
  15. *P. rugulosus* (gen. et sp. nov.)
  16. *P. sp.* (gen. et sp. nov.)

Infraturma RETUSOTRILETI Streel 1964

- 6) Genus *Retusotriletes* Naumova emend. Streel, 1964
  17. *R. communis*
  18. *R. simplex*
  19. *R. avonensis*
  20. *R. distinctus*
  21. *R. triangulatus*
  22. *R. dubiosus*
  23. *R. rugulatus*
  24. *R. confossus*
  25. *R. impressus*
  26. *R. levidensus*
  27. *R. densus* (sp. nov.)
  28. *R. spissus* (sp. nov.)
  29. *R. linearis* (sp. nov.)

Infraturma APICULATI Bennie et Kidston emend. Potonié, 1956

Subinfraturma VERRUCATI Dybova et Jachowicz, 1957

- 7) Genus *Verrucosporites* Ibrahim emend. Smith, 1971
  30. *V. nitidus*
  31. *V. chilus* (sp. nov.)



32. *V. sp. 1*
33. *V. sp. 2*
- 8) Genus *Verruciretusispora* Owens, 1971
34. *V. platyverruca*
- 9) Genus *Cornispora* Staplin et Jansonius, 1961 (in Staplin)
35. *C. lageniformis* (Lu) (comb. nov.)
- Subinfraturma NODATI Dybova et Jachowiz 1957
- 10) Genus *Lophotriletes* Naumova 1953 ex Ishchenko, 1952 emend. Potonié et Kremp, 1954
36. *L. minor*
37. *L. incompletus* (sp. nov.)
- 11) Genus *Anapiculatisporites* Potonié et Kremp, 1954
38. *A. minutus*
39. *A. dilutus*
- 12) Genus *Pustulatisporites* Potonié et Kremp emend. Imgrund, 1960
40. *P. paucispinus* (sp. nov.)
- 13) Genus *Apiculatisporis* Potonié et Kremp, 1956
41. *A. abditus*
42. *A. aculeatus*
43. *A. regularis* (sp. nov.)
44. *A. sp.*
- 14) Genus *Corystisporites* Richardson, 1965
45. *C. conicus*
46. *C. conoideus* (sp. nov.)
- 15) Genus *Apiculatasporites* Ibrahim emend. Visscher, 1966
47. *A. delicatus*
- 16) Genus *Apiculiretusispora* Streel emend. Streel, 1967
48. *A. nitida*
49. *A. crassa*
50. *A. densa* (sp. nov.)
- 17) Genus *Dibolisporites* Richardson emend. Playford, 1976
51. *D. bifurcatus* (sp. nov.)
52. *D. diaphanus* (sp. nov.)
- 18) Genus *Cereusisporites* Lu et Ouyang, 1978
53. *C. mirabilis*
- 19) Genus *Raistrickia* Schopf, Wilson et Bentall emend. Potonié et Kremp, 1954
54. *R. incompleta*

55. *R. crassa* (sp. nov.)

Infraturma MURORNATI Potonié et Kremp, 1954

20) Genus *Brochotriletes* Naumova 1939 ex Ishchenko, 1952

56. *B.* sp.

21) Genus *Camptotriletes* Naumova 1939 ex Potonie et Kremp, 1954

57. *C. rarus* (sp. nov.)

22) Genus *Dictyotriletes* Naumova 1939 ex Ishchenko, 1952 emend. Potonié et Kremp, 1954

58. *D. varius*

23) Genus *Reticulatisporites* Ibrahim emend. Potonié et Kremp, 1954

59. *R. translatus* (sp. nov.)

60. *R.* sp.

24) Genus *Convolutispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy, 1955

61. *C. florida*

62. *C. tuberosa*

25) Genus *Acinosporites* Richardson, 1965

63. *A. acanthomammillatus*

64. *A. pyramidatus*

26) Genus *Acritosporites* Obonizkaja emend. nov.

65. *A. bilamellatus* (sp. nov.)

66. *A. singularis* (sp. nov.)

67. *A.* sp. (sp. nov.)

27) Genus *Longhuashanispora* Lu et Ouyang, 1978

68. *L. commixta*

28) Genus *Favispora* (gen. nov.)

69. *F. reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)

70. *F. conferta* (gen. et sp. nov.)

71. *F. langa* (gen. et sp. nov.)

72. *F. rotunda* (gen. et sp. nov.)

Subturma ZONOTRILETES Waltz, 1935

Infraturma TRICRASSATI Dettmann, 1963

29) Genus *Camarozonotriletes* Naumova 1935 ex Ishchenko, 1952 emend. Potonié, 1958

73. *C. microgranulatus*

74. *C. convexus* (sp. nov.)

75. *C. triangulatus* (sp. nov.)

Infraturma CINGULATI Potonie et Klaus emend. Dettmann, 1963

30) Genus *Lophozonotriletes* Naumova emend. Potonié, 1958



76. *L. baculiformis*
77. *L. cristifer*
78. *L. polymorphus* (Naumova) (comb. nov.)
79. *L. timanicus* (Naumova) (comb. nov.)
80. *L. irregularis* (sp. nov.)
81. *L. mamillatus* (sp. nov.)
82. *L. verrucosus* (sp. nov.)
- 31) Genus *Stenozonotriletes* Naumova 1939 ex Naumova, 1953 emend. Potonié, 1958
83. *S. clarus*
- 32) Genus *Samarisporites* Richardson, 1965
84. *S. triangulatus*
85. *S. heteroverrucosus*
- 33) Genus *Cingulizonates* Dybova et Jachowicz emend. Butterworth, Smith et Staplin, 1964
86. *C. spongiformis* (sp. nov.)
- 34) Genus *Densosporites* Berry emend. Butterworth, Jansonius, Smith et Staplin, 1964
87. *D. anulatus*
88. *D. conicus* (sp. nov.)
- 35) Genus *Cingulatisporites* Thomson in Thomson et Pfluy emend. Hilman, 1967
89. *C. (?)* sp.
- 36) Genus *Ocksisporites* Chaloner, 1959
90. *O. minisculus* (sp. nov.)
- 37) Genus *Coronispora* Lu et Ouyang emend. nov.
91. *C. circularis* (sp. nov.)
- 38) Genus *Costazonotriletes* (gen. nov.)
92. *C. latidentatus* (gen. et sp. nov.)
93. *C. navicularis* (gen. et sp. nov.)
94. *C. verrucosus* (gen. et sp. nov.)
- 39) Genus *Verrucizonotriletes* (gen. nov.)
95. *V. distalis* (gen. et sp. nov.)
96. *V. triangulatus* (gen. et sp. nov.)
- Suprasubturma LAMINATITRILETES Smith et Butterworth, 1967
- Subturma AZONOLAMINATITRILETES Smith et Butterworth, 1967
- Infraturma TUBERCULORNATI Smith et Butterworth, 1967
- 40) Genus *Geminospora* Balme emend. Playford, 1983

97. *G. punctata*

98. *G. lemurata*

99. *G. microdenta* (sp. nov.)

Subturma ZONOLAMINATITRILETES Smith et Butterworth, 1967

Infraturma CRASSITI Bharadwaj et Venkatachala emend. Smith et Butterworth, 1967

41) Genus *Crassispora* Bharadwaj emend. Sullivan, 1964

100. *C. kosankei*

101. *C. imperfecta* (sp. nov.)

102. *C. remota* (sp. nov.)

103. *C. cf. imperfecta*

104. *C. sp.*

Infraturma CINGULICAVATI Smith et Butterworth, 1967

42) Genus *Cristatisporites* Potonié et Kremp emend. Butterworth, Jansonius, Smith et Staplin (in Staplin et Jansonius), 1964

105. *C. sp.*

Infraturma PATINATI Butterworth et Williams emend. Smith et Butt., 1967

43) Genus *Archaeozonotriletes* Naumova emend. Allen, 1965

106. *A. variabilis*

107. *A. auritus*

108. *A. splendidus*

109. *A. distinctus* (sp. nov.)

110. *A. incompletus* (sp. nov.)

111. *A. orbiculatus* (sp. nov.)

112. *A. dissectus* (sp. nov.)

44) Genus *Tholisporites* Butterworth et Williams, 1958

113. *T. distalis*

114. *T. densus*

115. *T. interopunctatus* (sp. nov.)

116. *T. sp.*

45) Genus *Chelinospora* Allen, 1965

117. *C. ligulata*

118. *C. irregulata*

119. *C. multireticulata*

120. *C. ochyrosa*

121. *C. rarireticulata*

122. *C. larga* (sp. nov.)

123. *C. regularis* (sp. nov.)



124. *C. robusta* (sp. nov.)

46) Genus *Cymbosporites* Allen, 1965

125. *C. cyathus*

126. *C. arcuatus*

127. *C. conatus*

128. *C. microverrucosus*

129. *C. dentatus*

130. *C. magnifica* var. *endoformis* (Owens) (comb. nov.)

131. *C. magnifica* var. *magnifica* (Owens) (comb. nov.)

132. *C. rhytideus* (sp. nov.)

Suprasubturma PERINOTRILETES Erdtman, 1947

47) Genus *Perotrilites* Erdtman 1945, 1947 ex Couper, 1953

133. *P. conicus*

Suprasubturma PSEUDOSACCITRILETES Richardson, 1965

Infraturma MONOPSEUDOSACCITI Smith et Butterworth, 1967

48) Genus *Endosporites* Wilson et Coe emend. Bharadwaj, 1965

134. *E. (?)* sp.

49) Genus *Auroraspora* Hoffmeister, Staplin et Malloy emend. Richardson, 1960

135. cf. *A.* sp. 1

136. cf. *A.* sp. 2

50) Genus *Grandispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy emend. McGregor, 1973

137. *G. distincta* (sp. nov.)

138. *G.* sp.

51) Genus *Rhabdosporites* Richardson emend. Marshall et Allen, 1982

139. *R. micropaxillus*

140. *R.* cf. *cymatilus*

Turma MONOLETES Ibrahim, 1933

Suprasubturma ACAVATOMONOLETES Dettmann, 1963

Infraturma SCULPTATOMONOLETES Dybova et Jachowicz, 1957

52) Genus *Thymospora* Wilson et Venkatachala, 1963

141. *T. imperfecta* (sp. nov.)

53) Genus *Reticulatamonoletes* (gen. nov.)

142. *R. angustus* (gen. et sp. nov.)

143. *R. robustus* (gen. et sp. nov.)

Suprasubturma CAVATOMONOLETES Dettmann, 1963

Subturma ZONOMONOLETES Lubert, 1935

54) Genus *Archaeoperisaccus* Naumova emend. McGregor, 1969

144. *A. scabratus*

145. *A. indistinctus* (sp. nov.)

Incertae Sedis

55) Genus *Hystricosporites* McGregor, 1961

146. *H. microancyreus*

147. *H. triangulatus*

148. *H. germinis*

149. *H. cf. gravis*

150. *H. sp. 1*

151. *H. sp. 2*

152. *H. sp. 3*

153. *H. sp. 4*

56) Genus *Nikitinsporites* Chaloner emend. Lu et Ouyang, 1978

154. *N. rhabdocladeus* (sp. nov.)

155. *N. brevicornis* (sp. nov.)

57) Genus *Ancyrospora* Richardson emend. Richardson, 1962

156. *A. simplex*

157. *A. melvillensis*

158. *A. pulchra*

159. *A. arguta*

160. *A. acuminata*

161. *A. subcirculâris*

162. *A. cf. subcircularis*

163. *A. incisa* (Naumova) (comb. nov.)

164. *A. bacillaris* (sp. nov.)

165. *A. stellizonalis* (sp. nov.)

166. *A. striata* (sp. nov.)

167. *A. tenuicaulis* (sp. nov.)

168. *A. (?) majuscula* (sp. nov.)

169. *A. conjunctiva* (sp. nov.)

170. *A. dissecta* (sp. nov.)

171. *A. distincta* (sp. nov.)

172. *A. irregularis* (sp. nov.)

173. *A. penicillata* (sp. nov.)

匙唇孢属 Genus *Gulisporites* Imgrund emend. Gupta, 1969

模式种 *Gulisporites cochlearium* Imgrund, 1960

分布和时代 主要为欧、亚地区,晚古生代。



**匙唇孢(未定种) *Gulispорites* sp.**

(图版 I, 图 3)

**描述** 赤道轮廓宽圆三角形, 最大赤道量度  $57.7\ \mu\text{m}$ ; 三射线清楚、柔弱, 具唇, 并呈明显的三叶片状突起, 光滑, 透明, 顶部高约  $7\ \mu\text{m}$ , 朝末端逐渐降低, 伸达赤道附近; 外壁表面光滑, 具细内点状结构, 厚约  $1\ \mu\text{m}$ ; 近极表面似具三条弓脊, 但分布不规则; 浅深黄色。

**比较** 四川渡口晚泥盆世 *Gulispорites intropunctus* Lu (卢礼昌, 1981, 96 页) 三射线唇颜色较孢子其余部分深得多。

**光面三缝孢属 Genus *Leiotriletes* Naumova 1939 ex Ishchenko emend.  
Potonié et Kremp, 1954**

**模式种** *Leiotriletes sphaerotriangulus* (Loose) Pot. et Kr., 1954

**分布和时代** 世界各地, 晚古生代、中生代和新生代。

**不相似光面三缝孢 *Leiotriletes dissimilis* McGregor, 1960**

(图版 I, 图 4—6)

1960 *Leiotriletes dissimilis*, McGregor, p. 27, pl. 11, fig. 1.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆三角形, 三边微凸, 角部宽圆, 最大赤道量度  $45.2\ (47.9)\ 57.5\ \mu\text{m}$  (量 5 粒); 三射线清楚, 有时开裂, 或被唇遮盖, 唇低矮、宽窄均匀、透明, 约为孢子半径的  $3/4$  或稍长; 外壁表面光滑、较薄, 厚仅  $1\ \mu\text{m}$  左右, 具褶皱; 浅棕黄色。

**光面三缝孢(未定种) *Leiotriletes* sp.**

(图版 I, 图 20)

**描述** 赤道轮廓三角形, 大小  $130\ \mu\text{m}$ , 三射线因被三辐射状褶皱遮盖而仅可见, 伸达赤道附近; 外壁厚  $3\text{—}4\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 具大型带状褶皱; 浅棕黄色。

**注释** 个体大的三角形光面三缝孢子, 在泥盆纪地层中还是少见, 但由于标本保存欠佳, 又仅见一粒, 故未定种名。

**芦木孢属 Genus *Calamospora* Schopf, Wilson et Bentall, 1944**

**模式种** *Calamospora hartungiana* Schopf, Wilson et Bentall, 1944

**比较** 本属与泥盆纪形态属 *Enigmophytospora* Vinje (1964) 最接近, 几乎难以区分, 但后一大孢属三射线更短, 仅有孢子半径的  $1/3$ , 甚至不足。

**分布和时代** 世界各地, 晚古生代、中生代和新生代。

**微皱芦木孢 *Calamospora microrugosa* (Ibrahim) Schopf, Wilson  
et Bentall, 1944**

(图版 II, 图 1, 2, 12)

1933 *Laevigati-sporites microrugosus*, Ibrahim, S. 18, Taf. I, Fig. 9.

1944 *Calamospora microrugosa*, Schopf, Wilson and Bentall, p. 52.

1955 *Calamospora microrugosa*, Potonié et Kremp, p. 49, pl. XII, figs. 138, 139.

**描述** 小孢子，赤道轮廓常呈圆形或不规则圆形，最大赤道直径 109.2(117.9)127.9  $\mu\text{m}$ (量 4 粒)；三射线通常清楚或被褶皱(或褶皱叠)遮盖，细弱，较短，约为孢子半径的 1/3—2/5；外壁同质至内点状，厚约 1.5—2  $\mu\text{m}$ ，表面光滑、常具大型带状褶皱，分布不规则，每条褶皱常朝两头逐渐变窄至末端尖；外壁在三射线区无加厚或减薄等现象；浅棕或棕黄色。

**注释** 某些标本(图版 II, 图 12)表面局部小疣状突起，是外来沾附物，并非原生纹饰。

### 内点状芦木孢(新种) *Calamospora intropunctata* (sp. nov.)

(图版 I, 图 7, 8, 14, 15)

**种征** 小孢子，赤道轮廓圆形或由于褶皱的原因而呈不规则圆形；最大赤道直径 39.8(47)57.7  $\mu\text{m}$ (量 7 粒)，全模标本 57.5  $\mu\text{m}$ ；三射线清楚、简单，微弱、直或不等长，一般约为孢子半径的 1/5—2/5，顶部无明显深色(加厚)区；外壁表面光滑，厚约 1—1.5  $\mu\text{m}$ ，内点状至细颗粒状结构明显，多褶皱；棕黄或浅棕色。

**比较** 本新种在形态和大小方面，与四川渡口晚泥盆世早期的 *Calamospora* cf. *mutabilis* (卢礼昌, 1981, 97 页)较为近似，但后者三射线顶部深色(加厚)区较明显，外壁较薄(厚约 1  $\mu\text{m}$ )，内结构不常见；与本文描述的 *Calamospora microrugosa* 区别在于：后者个体要大的多(109.2—127.7  $\mu\text{m}$ )，而外壁则相对较薄(1.5—2  $\mu\text{m}$ )，并常具大型带状褶皱；此外，粗看本新种外貌与本文描述的 *Punctatisporites glabrimarginatus* Owens 十分相似，但细看则差异仍较大：后者近极面具细颗粒状纹饰(而不是内结构)、并且三射线较长(等于或大于孢子半径的 3/4)。

### 正常芦木孢(新种) *Calamospora normalis* (sp. nov.)

(图版 III, 图 1—4)

**种征** 大孢子，赤道轮廓圆形或近圆形，最大赤道直径 208.0(223)249.6  $\mu\text{m}$ (量 17 粒)；三射线通常清楚，简单、微弯曲，不等长，绝大多数接近或等于(极少数略微大于)孢子半径的 1/2；外壁表面光滑至微粗糙，具明显的内点状结构或负网状结构，透明、较薄，厚仅 1.6—2  $\mu\text{m}$  左右，常不足孢子大小(直径)的百分之一，常具大型带状褶皱，或在赤道附近尤其显著，罕见较深色接触区，黄—浅棕色。

**比较** 本新种大小与四川广元上三叠统须家河组的 *Calamospora tricristata* (黎文本, 1974, 362 页)的大小(200  $\mu\text{m}$ )较接近，但后者在接触区内(射线夹角间)具明显的鸡冠状突起物，差异显著。

**注释** 新种外壁内结构明显，个体较大(常大于 200  $\mu\text{m}$ )，可归大孢子范畴，如果它们的射线较短——仅有 1/3 孢子半径长或更短，则改归入晚泥盆世大孢子属 *Enigmophytospora* Vinje (1964, p. 9)似乎较适合。但事实上，这些分子壁薄，多褶，射线较长；同时，按 *Calamospora* 的定义既可含有小孢子，又可含有大孢子，所以，将上述标本归入 *Calamospora* 内似较妥当。



圆形光面孢属 *Genus Punctatisporites* Ibrahim emend. Potonié  
et Kremp, 1954

种 *Punctatisporites punctatus* (Ibr.) Ibrahim, 1933

分布和时代 世界各地,晚古生代、中生代和新生代。

扁平圆形光面孢 *Punctatisporites planus* Hacquebard, 1957

(图版 VI, 图 16, 17)

1957 *Punctatisporites planus*, Hacquebard, p. 308, pl. I, fig. 3.

1975 *Punctatisporites planus*, Higgs, p. 403, pl. I, fig. 2.

**描述** 小孢子,赤道轮廓圆形或近圆形,最大赤道直径  $57.7(60.3)62.4\ \mu\text{m}$ (量 5 粒);三射线清楚、简单、柔弱,约为孢子半径的  $3/4$ ;外壁厚约  $2\ \mu\text{m}$ ,表面光滑至弱内点穴状结构,少见褶皱,浅棕色。

**比较** 当前种的形态与大小,与沾益龙华山中泥盆世的 *Punctatisporites laevigatus* (Naumova) Lu (卢礼昌, 1980 a, 6 页)较为接近,但后者外壁较厚实 ( $2.5-3.5\ \mu\text{m}$ ),三射线较明显,且末端尖;与本文描述的 *Punctatisporites glabrimarginatus* Owens (1971) 最主要的区别是近极外壁不具纹饰。

坚实圆形光面孢 *Punctatisporites solidus* Hacquebard, 1957

(图版 I, 图 12, 13)

1957 *Punctatisporites solidus*, Hacquebard, p. 308, pl. I, fig. 13.

1980 *Punctatisporites solidus*, Van der Zwan, p. 186, pl. I, fig. 2.

**描述** 小孢子,赤道轮廓不规则圆形或宽圆三角形,最大赤道量度  $39.8(41.9)43.7\ \mu\text{m}$ (量 3 粒);三射线清楚,或多或少具唇,伸达赤道边缘;外壁厚实,并常在一射线末端前更厚实或具褶皱,一般厚约  $2\ \mu\text{m}$ ,表面光滑或具内点状结构,浅棕色。

**比较** 当前种与本文描述的 *Punctatisporites putaminis* McGregor 的区别是,后者轮廓较圆,内颗粒状结构较明显。

壳皮圆形光面孢 *Punctatisporites putaminis* McGregor, 1960

(图版 I, 图 1, 2)

1960 *Punctatisporites putaminis*, McGregor, p. 29, pl. 11, fig. 7.

**描述** 小孢子,赤道轮廓圆形或近圆形,最大赤道直径  $45.2(46.5)51.5\ \mu\text{m}$ (量 6 粒);三射线清楚至可见,直、具唇、低矮、透明,末端常较发育(略粗壮),全宽可达  $6\ \mu\text{m}$  左右,伸达赤道附近;外壁厚  $2.5-3.2\ \mu\text{m}$ ,表面光滑至粗糙,具明显的内颗粒状结构;罕见褶皱,浅黄棕色。

秃边圆形光面孢 *Punctatisporites glabrimarginatus* Owens, 1971

(图版 I, 图 9, 11, 16)

1971 *Punctatisporites glabrimarginatus*, Owens, p. 9, pl. I, figs. 1-3.

1974 *Punctatisporites glabrimarginatus*, Clayton and Graham, p. 570, pl. I, figs. 3, 4.

**描述** 小孢子,赤道轮廓近圆形,最大赤道直径  $56.2-60.8\ \mu\text{m}$  (量2粒);三射线微弱或不清楚,直、简单或开裂,约为孢子半径的  $3/4$  或稍长;近极外壁显得较远极外壁略微薄些,表面具细颗粒状纹饰、分布致密,但彼此常不接触,粒径约  $0.5\ \mu\text{m}$ ,三射线顶部较深色(加厚)区或不明显;某些标本,纹饰在接触区边缘一般较发育,颗粒常似拉长,甚者呈刺状突起;远极外壁表面较光滑,具内颗粒状结构,厚  $1-1.5\ \mu\text{m}$ ;常见褶皱,并呈短脊状,两头多半钝凸;浅棕黄色。

**比较与讨论** *Punctatisporites glabrimarginatus* (Owens, 1971, p. 9) 具有两个主要特征,一是两两射线间的夹角部位外壁具较深色的三角形区(本文通常描述为三射线顶部具三角形暗色或加厚区);二是近极外壁(而不是远极外壁)表面具细颗粒状纹饰。当前标本,虽然三角形暗色区不甚明显,但总的面貌仍与 *P. glabrimarginatus* 的特征最为接近。

### 壮唇圆形光面孢(新种) *Punctatisporites robustus* (sp. nov.)

(图版 XXX, 图6, 7)

**种征** 三缝小孢子,赤道轮廓近圆形或不规则圆形,最大赤道直径  $46.8(61.3)70.2\ \mu\text{m}$  (量6粒);全模标本  $65.5\ \mu\text{m}$ ;三射线柔弱,末端或具两分叉,常被唇遮盖,约等于孢子半径的  $3/5-4/5$ ;唇相当发育,粗壮、不透明、微波状,由顶端向末端逐渐增宽至末端最宽(粗),伸达赤道附近;外壁相当厚实,赤道外壁厚可达  $3.9-6.2\ \mu\text{m}$ ,表面光滑至微粗糙,或呈鲛点状,具内细颗粒状结构(在破损的标本上尤为显著),罕见褶皱;黄棕至深棕色。

**比较与讨论** 归入本新种的标本以其壁厚、唇发育为主要特征而有别于 *Punctatisporites* 属的各已知种。

### 圆形光面孢(未定种) *Punctatisporites* sp.

(图版 I, 图23, 24)

**描述** 小孢子,赤道轮廓圆形或近圆形,最大赤道直径  $84.8-93.6\ \mu\text{m}$ ;三射线清楚或被褶皱覆盖,简单或微具唇,约为孢子半径的  $3/4$ ;外壁厚约  $2\ \mu\text{m}$ ,表面光滑或具内点状至细颗粒状结构,常见褶皱、不规则,浅棕黄色。

### 盾壁孢属(新属) Genus *Peltosporites* (gen. nov.)

**模式种** *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)

**属征** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,三射线一般长于  $2/3$  孢子半径,但不伸达赤道边缘;外壁异常厚实,常大于孢子最大赤道量度的  $1/10$ ,赤道外壁或等厚,或辐射区略薄,表面光滑或具柔弱小纹饰,内结构不常见;模式种大小  $67.1-74.9\ \mu\text{m}$ 。

**比较** 本新属的形态与 *Leiotriletes* 和 *Punctatisporites* 的某些种较相似,但它们的外壁要薄许多;与 *Calamospora* 的区别更为显著,其三射线一般不长于或稍长于  $1/2$  孢子半径,顶部常具深色(加厚)接触区,同时外壁很薄,褶皱较多;与 *Retusotriletes* 的区别在于后者具弓形脊。



分布和时代 中国云南沾益史家坡；中泥盆世。

### 不等厚盾壁孢(新属、新种) *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)

(图版 XXVII, 图 4, 5; 插图 3)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓钝角三角形, 角顶钝凸, 三边常略外凸, 大小  $67.1(70.1)74.9 \mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本  $74.9 \mu\text{m}$ ; 三射线清楚、简单、伸达赤道边缘或赤道附近, 射线末端两侧或具微弱的接触痕迹; 外壁相当厚实, 赤道外壁常不等厚: 辐射区较薄, 厚约  $6.2-9.4 \mu\text{m}$ , 辐间区较厚, 可达  $9.4-15.6 \mu\text{m}$ , 远极外壁或较近极外壁略厚, 表面光滑, 近极表面细颗粒状至微粗糙; 外壁里表面界限清楚至仅可识别。极面观, 由其构成的中央区, 常呈锐角三角形(角顶锐, 三边平直或微凸), 致使赤道外壁呈似楔环状结构; 赤道轮廓线除角顶小部分平滑外, 其余大部分粗糙至细刺-粒状; 未见褶皱, 棕至深棕色。

**比较与讨论** 本新种形态和大小与北极加拿大晚泥盆世(弗拉斯期)的 *Stenoxonotriletes notatus*<sup>5</sup> (Owens, 1971, p. 36) 颇为相似, 但后者外壁被描述为两层; 不过, 其中图版 X, 图 2, 5, 9 似乎表明: 外壁并非两层, 所谓“内孢体 (inner body)”, 很可能是外壁里表面界限的反映, 并非真正的内层所形成的; 通常有这种情况: 外壁相当厚实的标本, 其赤道外壁厚(极面观)常貌似带环宽, 在侧压标本佐证下, 它确实是壁厚, 而非环宽, 因此, 笔者未将这类分子归入任何具环孢的属内。

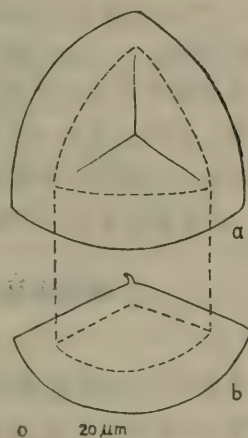


插图 3 *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)

a. 近极面观(参照图版 XXVII, 图 4); [Proximal view (cf. pl. XXVII, fig. 4)]; b. 侧面观(参照图版 XXVII, 图 5) [Lateral view (cf. pl. XXVII, fig. 5)]

### 近圆盾壁孢(新属、新种) *Peltosporites rotundus* (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 10, 11)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形至近圆形, 最大赤道直径  $60.8(65)68.6 \mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本  $68.6 \mu\text{m}$ , 三射线清楚至可见、直、或具唇, 微开裂或微弯曲, 单个宽  $1-2.3 \mu\text{m}$ , 伴随射线伸达赤道附近或不及; 射线末端两侧, 或具微弱的接触印痕; 外壁相当厚实, 赤道外壁基本等厚, 约  $6.2-7.8 \mu\text{m}$ , 近极中央常具不明显的三角形较亮区, 角顶接近射线末端或与其重叠; 远极面光滑、近极表面微粗糙; 赤道轮廓线除角顶小部分圆滑外, 其余大部分常见略微凹凸不平; 棕至深棕色。

**比较** 本新种的大小和外壁厚度与 *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.) 极为相似, 但后者赤道轮廓常是钝角三角形, 并且赤道外壁明显不等厚; *Retusotriletes spissus* (sp. nov.) 的孢子外壁虽然也很厚实(最厚可达  $10-11 \mu\text{m}$ ), 但具弓形脊(虽然柔弱, 但发育完全), 近极外壁常略厚于远极外壁, 孢体也较大(平均  $87.5 \mu\text{m}$ )。

### 柔皱盾壁孢(新属、新种) *Peltosporites rugulosus* (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 7, 8)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓钝角三角形至近圆形, 侧面轮廓远极面明显圆凸, 近极面低锥角形(顶部微微内凹), 最大赤道直径  $74.9(79.6)85.8\mu\text{m}$  (量 3 粒), 全模标本  $74.9\mu\text{m}$ ; 三射线清楚或可见, 简单或微具唇, 微波状, 伸达赤道附近, 末端两侧或具微弱的接触印痕; 远极表面光滑, 近极表面具细皱纹状或微波纹状纹饰, 分布致密、不规则, 或局部连结呈网脊-皱纹状图案, 在赤道边缘反映甚微; 未见褶皱, 棕至深棕色。

**比较** 当前种所具有的细皱纹状纹饰与 *Trimontisporites rugosus* (Urban, 1971, p. 147) 颇为相似, 但后者纹饰不仅分布近极面, 而且远极也有存在, 同时孢体较小 ( $34-46\mu\text{m}$ ), 外壁较薄(全模标本, 外壁厚仅  $2.5\mu\text{m}$ ); 与本文描述的 *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.) 的主要区别在于后者近极表面不具细皱纹状纹饰。

### 盾壁光面孢(未定种) *Peltosporites* sp.

(图版 VI, 图 7, 8)

**描述** 小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形, 大小  $23.4-31.2\mu\text{m}$ ; 三射线清楚, 简单或具唇, 伸达赤道边缘; 外壁表面光滑, 厚约  $3\mu\text{m}$  或稍厚。

**注释** 此未定种孢子小、外壁厚, 极面观, 赤道外壁酷似环。

### 弓脊孢属 Genus *Retusotriletes* Naumova emend. Streel, 1964

**模式种** *Retusotriletes simplex* Naumova, 1953 (Potonié, 1958 选定)

**分布和时代** 世界各地, 主要为泥盆纪。

### 常见弓脊孢 *Retusotriletes communis* Naumova, 1953

(图版 IV, 图 12)

1953 *Retusotriletes communis*, Naumova, p. 97, pl. XV, figs. 15—17; p. 110, pl. XVI, fig. 42.

1976 *Retusotriletes communis*, 卢礼昌、欧阳舒, 26 页, 图版 I, 图 16。

1981 *Retusotriletes communis*, 卢礼昌, 97 页, 图版 I, 图 12。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆至圆形, 最大赤道直径  $78-81.1\mu\text{m}$  (量 2 粒), 赤道外壁厚  $3.9-4.7\mu\text{m}$ ; 棕色。

### 简单弓脊孢 *Retusotriletes simplex* Naumova, 1953

(图版 V, 图 6, 7)

1953 *Retusotriletes simplex*, Naumova, p. 29, pl. II, fig. 9; p. 97, pl. XV, fig. 14.

1968 *Retusotriletes simplex*, Lanniger, S. 111, Taf. XX, Fig. 20.

1969 *Retusotriletes simplex*, Lele and Streel, p. 93, pl. I, figs. 9—11.

1973 *Retusotriletes simplex*, McGregor, p. 19, pl. 2, fig. 2.

1976 *Retusotriletes simplex*, 卢礼昌、欧阳舒, 25 页, 图版 I, 图 11, 12。

1980b *Retusotriletes simplex*, 卢礼昌, 7 页, 图版 I, 图 12, 13; 图版 X, 图 3, 4。

1981 *Retusotriletes simplex*, 卢礼昌, 97 页, 图版 I, 图 11。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径  $70.2(79.1)84.2\mu\text{m}$  (量 4 粒); 浅棕至



棕色。

### 艾文弓脊孢 *Retusotriletes avonensis* Playford, 1963

(图版 IV, 图 10)

1963 *Retusotriletes avonensis*, Playford, p. 9, pl. I, figs. 15, 16.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径  $79.6-90.5\ \mu\text{m}$  (量 2 粒); 三射线清楚, 直或微弯曲, 简单或具窄唇, 约为孢子半径的  $1/2-3/4$ ; 弓形脊清楚、发育完全, 于三射线末端前及其两侧强烈加厚并微微突起; 以弓形脊为界的接触区微微内陷, 与周围外壁为突变关系, 区内外壁较薄(较亮), 其余外壁较厚, 尤其在射线末端前方显得更为厚实, 赤道外壁一般厚约  $6\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 罕见褶皱; 浅棕色至深色。

**比较** 当前种的形态与 *Retusotriletes circularis* Turnau<sup>1</sup>(1978) 颇为相似, 但后者弓形脊宽窄较一致, 无强烈加厚部分, 孢子个体较小, 平均仅  $58\ \mu\text{m}$ ; 与 *Retusotriletes ptychovii* Naumova (1953) 也较近似, 但后者弓形脊加厚不强烈, 并且常与赤道重叠, 同时三射线通常较长, 接触区较大; 与 *Retusotriletes digressus* Playford (1976) 的部分标本 (Playford, 1976, pl. 1, figs. 1, 4) 十分接近, 但与归入该种名下的二缝 (dilete) 和几乎是单缝的孢子则截然不同。

### 清楚弓脊孢 *Retusotriletes distinctus* Richardson, 1965

(图版 IV, 图 7, 11; 图版 V, 图 12, 18)

1965 *Retusotriletes distinctus*, Richardson, p. 565, pl. 88, fig. 7; text-fig. 2.

1971 *Retusotriletes distinctus*, Owens, p. 11, pl. I, figs. 4-7.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓多数呈正圆形, 少数为近圆形, 最大赤道直径  $98.1 (103.7) 110.8\ \mu\text{m}$  (量 16 粒); 三射线清楚或可见, 简单、直, 约为孢子半径的  $3/4-4/4$ ; 弓形脊清楚、发育完全, 除三射线末端两侧小部分外, 其余大部分与赤道重叠, 甚者可略略超出赤道边缘; 外壁表面光滑至微粗糙(接触区), 内点状-细颗粒状结构明显, 近极外壁中央区常见一小三角形较亮(减薄)区, 与其周围外壁或多或少呈突变关系, 其余外壁厚实, 赤道外壁(辐间区), 常因弓形脊与其重叠而显得略厚, 可达  $6.2-7.8\ \mu\text{m}$  (辐射区的较薄, 约  $5.5-6.2\ \mu\text{m}$ ); 未见褶皱, 浅棕至橙棕色。

### 厚三角弓脊孢 *Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel, 1966

(图版 I, 图 10; 图版 V, 图 3-5)

1964 *Phyllotheotrilites triangulatus*, Streel, p. 237, pl. I, figs. 3-5.

1966 *Retusotriletes triangulatus*, Streel, p. 24, pl. 2, figs. 18-20.

1976 *Retusotriletes triangulatus* (Str.) Streel var. *triangulatus*, 卢礼昌、欧阳舒, 27 页, 图版 II, 图 1-4。

1976 *Retusotriletes triangulatus* (Str.) Streel var. *major*, 卢礼昌、欧阳舒, 27 页, 图版 I, 图 7; 图版 II, 图 11。

1976 *Retusotriletes triangulatus* (Str.) Streel, var. *microtriangulatus*, 卢礼昌、欧阳舒, 28 页, 图版 II, 图 5-8。

1980b *Retusotriletes triangulatus* (Str.) Streel var. *microtriangulatus*, 卢礼昌, 8 页, 图版 I, 图 19; 图版 X, 图 7。

1981 *Retusotriletes triangulatus* (Str.) Streel var. *major*, 卢礼昌, 97 页, 图版 I, 图 13-15。

**描述** 小孢子,赤道轮廓近圆至圆形,最大赤道直径  $51.5(57.3)64\ \mu\text{m}$ (量 12 粒);浅棕至棕色(加厚区)。

**注释** 笔者和欧阳舒(1976)曾根据孢子的大小及某些特征将 *Retusotriletes triangulatus* 划分出两个变种,即 *R. triangulatus* (Str.) Streel var. *microtriangulatus* 和 *R. triangulatus* (Str.) Streel var. *major*。现考虑到该两变种的大小(分别为  $45-58\ \mu\text{m}$  和  $83-134\ \mu\text{m}$ )与其原种(Streel, 1964)的大小( $58-84\ \mu\text{m}$ )有所重叠,同时,彼此的特征又无明显差异,实际区分常遇困难,我们(卢礼昌、欧阳舒)再次商研,将该两变种名称予以废弃,原归该两变种名下的所有标本,全部归到 *R. triangulatus* (Streel) Streel (1966)种名下。

### 可疑弓脊孢 *Retusotriletes dubiosus* McGregor, 1973

(图版 IV, 图 8, 9)

1944 *Triletes dubius*, Eisenack, S. 115, Taf. II, Fig. 7, Abb. 14.

1965 *Retusotriletes dubius*, Richardson, p. 564, pl. 88, fig. 5.

1971 *Retusotriletes dubius*, Owens, p. 12, pl. I, figs. 8-9.

1973 *Retusotriletes dubiosus*, McGregor, p. 21, pl. II, fig. 1.

**描述** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓多数呈近圆形,少数为正圆形,最大赤道直径  $76.4(81.6)90.5\ \mu\text{m}$ (量 5 粒);三射线清楚,直、简单或微具唇,或微开裂,约为孢子半径的  $3/4-4/5$ ;弓形脊发育完全,较窄、微突起,除三射线末端两侧小部分外,其余大部分与赤道重叠或略微超出赤道;外壁表面光滑(除接触区外),以弓形脊为界的接触区清楚,区内外壁表面具细皱脊状纹饰,皱脊柔弱、窄细、低矮,宽和高常不足  $1\ \mu\text{m}$ ,或仅  $0.5\ \mu\text{m}$ ,分布致密,并常呈辐射状排列,近极外壁(接触区)较薄(更亮),其边缘常具带状暗色区,其余外壁较厚,赤道辐间区外壁厚度常略大于辐射区的厚变,厚约  $4-7.8\ \mu\text{m}$ ;罕见褶皱,浅棕或橙棕色。

**比较** 本种的形态特征,与本文描述的 *Retusotriletes spissus* (sp. nov.),尤其是赤道直径较小的分子较近似,但后者近极中央区外壁无异化(加厚或减薄等)现象;与 *Retusotriletes rugulatus* Riegel (1973)的主要区别是,接触区表面不具辐射状的褶皱(或脊纹)。

**注释** Eisenack (1944)最初归入 *Triletes dubius* 的标本,既包括有和没有辐射状褶皱(或脊纹)的 *Retusotriletes* 分子,也包括具疣瘤状纹饰的 *Verruciretusispora* 分子,但 *Retusotriletes dubius* (Eisen.) Richardson (1965)是 *Retusotriletes dubius* Chibrikova (1959)的后期异物同名;因此,McGregor (1973, p. 21)又另取一新名 *R. dubiosus* 取代之,但不包括接触区表面具辐射状褶皱或脊纹的分子在内,本文赞同并采用上述分类及其种名。

### 辐纹弓脊孢 *Retusotriletes rugulatus* Riegel, 1973

(图版 V, 图 8, 9)

1965 *Retusotriletes dubius*, Richardson, p. 564, pl. 88, fig. 6.

1971 *Retusotriletes dubius*, Owens, p. 12, pl. I, fig. 10.

1973 *Retusotriletes rugulatus*, Riegel, p. 28, pl. X, figs. 2-5.

1980 *Retusotriletes phillipsii*, Clendening et al., p. 17, pl. I, figs. 1-9.

1980b *Retusotriletes rugulatus*, 卢礼昌, 9 页,图版 X, 图 10, 11。

1982 *Retusotriletes rugulatus*, McGregor and Camfield, p. 58, pl. XVII, figs. 2, 3.



**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径  $61.7 (70.7) 76.4 \mu\text{m}$  (量 5 粒); 棕色。

**比较** 当前沾益史家坡标本与联邦德国中泥盆世早期的同种标本 (Riegel, 1973, p. 82) 在形态和大小方面十分接近; 而与云南沾益龙华山早泥盆世晚期 (艾姆斯期) 的同种标本 (卢礼昌, 1980b) 稍微不同, 后者个体较大 ( $87-114 \mu\text{m}$ ), 外壁较薄 (厚约  $1 \mu\text{m}$ )。

**注释** 因为 *Retusotriletes rugulatus* 的主要特征是接触区外壁具“细皱纹” (Riegel, 1973), 并或多或少呈辐射状排列, 因此笔者认为 McGregor 和 Camfield (1982) 将 Richardson (1965) 和 Owens (1971) 各自都置于 *Retusotriletes dubius* 种名下的标本 (Richardson: pl. 88, fig. 6; Owens: pl. I, fig. 1) 合并于 *R. rugulatus* 的意见是可取的; 同时, Clendening et al. (1980) 描述的 *Retusotriletes phillipsii* 也较强烈地显示出 *R. rugulatus* 的特征。

此外, 笔者 (1980b, 9 页) 曾将 *R. regulatus* 译为“花痕”弓脊孢, 现改译为“辐纹”弓脊孢, 或许更能符合原意和反映其特征。

### 区粒弓脊孢 *Retusotriletes confossus* (Richardson) Lu et Ouyang, 1976

(图版 V, 图 1, 2)

1965 *Punctatisporites confossus*, Richardson, p. 561, pl. 88, fig. 2.

1976 *Retusotriletes confossus*, 卢礼昌、欧阳舒, 26 页, 图版 I, 图 20, 21。

1980b *Retusotriletes confossus*, 卢礼昌, 8 页, 图版 I, 图 16—18。

最大赤道直径  $71.8 (76.6) 79.6 \mu\text{m}$  (量 8 粒); 棕黄至浅棕色。

### 印痕弓脊孢 *Retusotriletes impressus* Lu, 1980

(图版 III, 图 9)

1980b *Retusotriletes impressus*, 卢礼昌, 11 页, 图版 II, 图 12。

仅见一粒, 大小  $85 \mu\text{m}$ , 浅棕色。

### 薄顶弓脊孢 *Retusotriletes levidensus* Lu, 1980

(图版 IV, 图 5, 6)

1980b *Retusotriletes levidensus*, 卢礼昌, 10 页, 图版 I, 图 22, 23。

**描述** 小孢子, 赤道轮廓近圆至圆形, 最大赤道直径  $74.9 (84) 101.4 \mu\text{m}$  (量 6 粒); 浅棕至棕色。

**比较** 爱尔兰的 *Retusotriletes leptocentrum* (Higgs, 1975) 标本, 虽然近极中央区外壁也具三角形较亮 (减薄) 区, 但角部不是锐尖, 而是浑圆; 同时, 三射线在该三角形较亮区内反而不清楚, 而超出该区以外的延长部分却较清楚, 这与云南沾益龙华山 *Retusotriletes levidensus* Lu 的特征恰好相反。

### 线形弓脊孢 (新种) *Retusotriletes linearis* (sp. nov.)

(图版 XXI, 图 2, 3)

**种征** 三缝小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径  $74.1-93.6 \mu\text{m}$  (量 2 粒),

全模标本  $74.1\ \mu\text{m}$ ; 三射线清楚, 直、简单, 约为孢子半径的  $2/3-5/6$ ; 弓形脊弱、简单, 在极压标本上仅见射线末端两侧小部分, 其余大部分位于赤道; 以弓形脊为界的接触区略小于近极面; 外壁表面光滑, 内点状或细内颗粒状结构明显, 赤道外壁厚  $1-2.5\ \mu\text{m}$ , 或具褶皱; 近极外壁中央区由三“窄缝”围成, 并呈负三角形结构, 三角顶各自沿射线延伸, 约至射线长的  $1/2$  处, 三边直或微内凹, 区内外壁无明显异化现象; 橙棕至棕色。

**比较** 本新种的形态特征与本文记载的 *Retusotriletes triangulatus* 和 *R. levidensus* 非常接近, 近极中央都具一小“三角形”区, 但彼此明显不同的是: *R. triangulatus* 为三角形加厚区, 与周围外壁呈逐渐过渡关系; *R. levidensus* 与前者相反, 为三角形减薄区, 与周围外壁呈突变关系; 而 *R. linearis* (sp. nov.) 为负三角形结构(由三“窄缝”围成), 界限明显, 但区内外壁无加厚或减薄现象。

**注释** 本文图版 XXI 图 3 是云南沾益龙华山的标本, 当时仅见一粒, 未描述; 现随同沾益史家坡同种标本一同描述, 以示互补。

### 厚顶弓脊孢(新种) *Retusotriletes densus* (sp. nov.)

(图版 III, 图 5, 6)

1965 *Retusotriletes distinctus*, Richardson, p. 565, pl. 88, fig. 7.

1971 *Retusotriletes distinctus*, Owens, p. 11, pl. I, figs. 4-7.

**种征** 三缝小孢子, 赤道轮廓多呈近圆形, 偶见正圆形, 最大赤道直径  $71.8 (76.5) 86.2\ \mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本  $73.2\ \mu\text{m}$ ; 三射线通常清楚, 直、简单或具唇, 约为孢子半径的  $3/4-4/5$  或稍长; 弓形脊清楚, 发育完全, 除三射线末端极小部分内凹外, 其余绝大部分外凸, 并略微超出赤道边缘; 外壁表面光滑、同质或具细内点状结构, 赤道外壁或不等厚(因弓形脊延伸、加厚所致)一般厚约  $3-5\ \mu\text{m}$ ; 近极中央区外壁常见一明显小三角形加厚(较暗)区, 其角顶常沿射线延伸并与射线末端重叠, 边缘与其余外壁常呈突变关系; 外壁局部(沿射线延长方向)开裂, 罕见褶皱, 浅棕—深棕色。

**比较与讨论** 当前新种的某些特征与本文描述的 *Retusotriletes distinctus* Richardson 较为近似, 但后者近极中央三角形区不是加厚, 而是减薄(更亮), 并且个体较大 ( $98.1-110.8\ \mu\text{m}$ ); *Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel (1966) 虽也具三角形加厚(较暗)区, 但弓形脊常不超出赤道边缘(赤道外壁厚度均一), 接触区较小; *Retusotriletes levidensus* Lu (1980b) 与当前新种恰好相反, 近极中央为三角形变薄(较亮)区。

*Retusotriletes distinctus* Richardson (1965) 的全模标本 (Richardson, 1965, pl. 88, fig. 7) 及其插图 (p. 565, Text-fig. 2) 清楚表明: 近极中央区为一小三角形较亮(减薄)区, 而不是较暗(加厚)区。当前新种的其他特征虽与 *R. distinctus* Richardson 较为近似, 但“暗”(厚)“亮”(薄)有别, 差异明显, 似不宜归入同一种名下。为此, 本文将 Richardson (1965) 描述的 *R. distinctus* 部分标本 (pl. 88, fig. 8) 以及 Owens (1971) 归入该种名下的标本 (pl. I, figs. 4-7), 视为 *R. densus* (sp. nov.) 的同义物。

### 厚壁弓脊孢(新种) *Retusotriletes spissus* (sp. nov.)

(图版 IV, 图 1-4; 图版 V, 图 10, 11)

**种征** 三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形或圆形, 子午轮廓宽圆形, 或近极面锥形, 远极



面半球形；最大赤道直径常略大于极轴长，为  $67(87.5)107.6\ \mu\text{m}$ （量 36 粒），全模标本  $81\ \mu\text{m}$ ，副模标本  $88\ \mu\text{m}$ ；三射线清楚、简单，常开裂，约为孢子半径的  $2/3-4/5$ ；弓形脊发育完全，但常较柔弱，除三射线末端内凹小部分外，其余大部分明显外凸，并常常位于赤道；外壁相当厚实，且近极外壁常略厚于远极外壁（图版 IV，图 1, 3），可达  $6.7-9.0\ \mu\text{m}$ ，甚者可达  $10-11\ \mu\text{m}$ ，表面光滑至微粗糙，并具内点状至细颗粒状结构；近极外壁常沿三射线开裂；未见褶皱，橙棕至深棕色。

**比较** 本新种以其大小中等，外壁厚实，及近极外壁常略厚于远极外壁等特征而与本文描述的下列各种不同：*Retusotriletes dubiasus* McGregor 接触区表面具辐射状排列和皱脊；*R. distinctus* Richardson 个体较大（ $113-218\ \mu\text{m}$ ）、外壁较薄（ $6-15\ \mu\text{m}$ ），近极中央区常具三角形减薄（较亮）区。

### 圆形块瘤孢属 *Genus Verrucosisporites* Ibrahim emend. Smith, 1971

**模式种** *Verrucosisporites verrucosus* (Ibrahim) Ibrahim, 1933

**属征** 辐射对称三缝小孢子；赤道轮廓圆形、近三角形或圆三角形；三射线通常简单，或具唇（不超过纹饰高），约  $1/2$  至整个孢子半径长；外壁纹饰以块瘤为主，并夹有少量的褶脊、锥刺或棒，分布致密，但彼此间距一般不大于块瘤的最大直径，接触区内纹饰或许较小，平面观，纹饰轮廓圆形、多角形、豆荚形（phaseolate）或不规则形，侧面观，圆丘形或两边（侧）不同程度地逐渐减低，顶端平、斜截或很圆，高等于或小于宽；边缘纹饰突起一般多于 10 枚，但罕见超过 100 枚，轮廓线一般为圆齿状（crenulate）或波状至不规则裂片状；外壁厚度（包括纹饰）极少大于  $10\ \mu\text{m}$ 。

**比较** 本属的形态与 *Convolutispora* (Hoffmeister, Staplin and Malloy, 1955) 颇为接近，但它的块瘤纹饰，即使局部彼此接触，也无论如何不连结成脊或蠕瘤。

**分布和时代** 世界各地，常见于晚古生代。

### 光亮圆形瘤面孢 *Verrucosisporites nitidus* (Naumova) Playford, 1964

（图 XXVIII，图 8；图 XXXI，图 6）

1953 *Lophotriletes grumosus*, Naumova, p. 57, pl. 7, figs. 14, 15.

1964 *Verrucosisporites nitidus*, Playford, p. 13, pl. 3, figs. 3-6.

1977 *Verrucosisporites nitidus*, Keegan, p. 561, pl. 3, figs. 1, 2, 4, 7, 10, 13.

1978 *Verrucosisporites nitidus*, Turnau, pl. I, figs. 10, 14.

1980 *Verrucosisporites nitidus*, Van der Zwan, p. 216, pl. XXIV, figs. 1-5.

**描述** 小孢子，赤道轮廓圆形或近圆形，最大赤道直径  $42.5-46.8\ \mu\text{m}$ ；三射线简单、细弱，并常因纹饰拥挤而不清楚，约为孢子半径的  $3/4-4/5$ ；外壁中等厚，表面具块瘤状纹饰，分布致密，基部彼此常不接触，间距甚窄，并形成规则或连续的负网状结构，纹饰基宽  $2-6\ \mu\text{m}$ ，高  $1.5-3\ \mu\text{m}$ ，表面光滑，顶部圆凸或钝凸，赤道轮廓线呈不规则波状或荷叶边状，棕至深棕色。

**注释** 按定义归入 *Lophotriletes* Naumova emend. Potonié et Kremp, 1954 的孢子赤道轮廓多为三角形，纹饰为锥刺，而 *Lophotriletes grumosus* Naumova (1953, p. 57, 图版 7, 图 14, 15) 却为圆形和块瘤，这显然不符合 *Lophotriletes* 的定义。按形态特征，将

*Lophotriletes grumosus* Naumova 归入 *Verrucosisporites Ibrahim emend. Smith* (1971) 内, 似较适合; 然而 *Verrucosisporites grumosus* Ibrahim (1933) 早已有效地被建立, 所以 Playford (1964, p. 13) 为 Naumova 的这一种名重新命名为 *Verrucosisporites nitidus*. 自该种名改建以来, 得到了晚古生代孢粉学者广泛的承认与应用, 但直到新近, 因荷兰学者 Van der Zwan (1980) 指定 *Lophotriletes grumosus* Naumova (1953, pl. VII, fig. 14) 为 *Verrucosisporites nitidus* (Naumova) Playford 的全模标本后, 才算“完善”。

### 具唇圆形瘤面孢(新种) *Verrucosisporites chilus* (sp. nov.)

(图版 XI, 图 13, 14)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓圆形至圆三角形, 侧面观, 近极面低锥角形, 远极面半圆球形, 最大赤道直径 40.6 (46.8) 51.5  $\mu\text{m}$  (量 7 粒), 全模标本 45.8  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚、直、具唇、微开裂, 单片唇宽约 2.5—3  $\mu\text{m}$ , 微波状, 近顶部突起高约 4  $\mu\text{m}$  左右, 朝末端逐渐变窄、变低, 约为孢子半径的 3/5—3/4; 外壁具不规则小圆丘状至块瘤状纹饰, 主要分布于赤道区和整个远极面, 基部彼此多少接触至局部融合, 单个纹饰基底宽一般为 3—6  $\mu\text{m}$ , 高 3—4.5  $\mu\text{m}$ , 顶部钝凸或浑圆, 表面光滑; 近极面纹饰显著减弱、变小, 较稀; 赤道外壁厚(不包括纹饰)约 1.5—2  $\mu\text{m}$ , 三射线区外壁因唇较发育而显得略微厚些(色较深); 赤道轮廓线呈微波状或凹凸不平, 罕见褶皱, 橙棕至深棕色。

**比较** 当前新种的形态特征, 与本文描述的 *Verrucosisporites nitidus* (Naumova) Playford (1964) 较为近似, 但后者三射线不具唇, 同时, 纹饰分子较粗 (2—12  $\mu\text{m}$ ), 排列也较紧密。

**注释** *Verrucosisporites nitidus* 一名, 是 Playford (1964, pp. 13—14) 根据有关国际法规为 Naumova (1953) 的 *Lophotriletes grumosus* 改取的新名。因此, 归入上述种的标本, 实际上与俄罗斯地台晚泥盆世 (Upper Frasnian) *Lophotriletes grumosus* 的分子既近似, 又有别。

### 圆形瘤面孢(未定种 1) *Verrucosisporites* sp. 1

(图版 XXIV, 图 13, 14)

**描述** 赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径 37.4—43.7  $\mu\text{m}$ ; 三射线清楚、简单、细弱, 约为孢子半径的 2/3—3/4; 外壁具块瘤纹饰, 分布致密, (似乎限于远极面), 纹饰间距很窄, 并常略呈壕沟状或负网状结构, 基部轮廓为不规则圆形, 基宽约 3—6  $\mu\text{m}$ , 高 1.5—2  $\mu\text{m}$ , 顶端平圆或钝凸; 局部纹饰常较粗大和集中; 一般外壁厚约 1.5  $\mu\text{m}$ , 局部可达或超过 5  $\mu\text{m}$ ; 赤道边缘呈不规则波状; 浅棕至深棕色。

**注释** 当前标本, 纹饰局部集中, 外壁相应较厚, 貌似 *Lophozonotriletes* 的特征, 但不具环, 所以将这些标本归入 *Verrucosisporites* 属名下较为适合。

### 圆形瘤面孢(未定种 2) *Verrucosisporites* sp. 2

(图版 XXXI, 图 5)

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形, 最大赤道直径 49.9  $\mu\text{m}$ ; 侧压标本, 远极面超半圆球形



(鼓出),近极面低锥形;三射唇强烈隆起,呈三叶片状或颈锥形,高约为极轴长(81.1  $\mu\text{m}$ )的一半;近极-赤道和整个远极面覆以块瘤至圆瘤状纹饰,分布致密,大小基本均匀,基部常因拥挤而呈多角形,宽4.5—6  $\mu\text{m}$ ,突起高约2—2.5  $\mu\text{m}$ ,顶部圆或拱圆,表面光滑;浅棕黄至深棕色。

瘤面弓脊孢属 Genus *Verruciretusispora* Owens, 1971

模式种 *Verruciretusispora robusta* Owens, 1971

平瘤瘤面弓脊孢 *Verruciretusispora platyverruca* Lu et Ouyang, 1976

(图版 VI, 图 10, 11)

1976 *Verruciretusispora platyverruca*, 卢礼昌、欧阳舒, 30 页,图版 III, 图 1, 2。

描述 赤道轮廓近圆形,赤道直径70—87.4  $\mu\text{m}$  孢子外壁厚度较云南曲靖翠峰山徐家组的同种标本(卢礼昌,欧阳舒,1976)稍薄,多皱;浅棕或橙棕色。

角状孢属 Genus *Cornispora* Staplin et Jansonius, 1961

模式种 *Cornispora varicornata* Staplin et Jansonius, 1961

属征 单缝至三缝小孢子,以其侧向具1—4(或更多)个粗大而厚实的角状附加物或突起物为特征;外壁似一层,表面光滑,个别种的角状突物具锥刺或块瘤状突起物;模式种大小(82—120)  $\times$  (21—34)  $\mu\text{m}$ ,孢腔一般为肾形,外壁厚1.5—2  $\mu\text{m}$ 。

表 1 和 *Cortospora* 有关属的某些特征对比表  
(Comparision of certain features of some genera concerned with *Cortospora*)

| 属 名                                                   | 赤道轮廓        | 最大厚度或突起 |      | 带环    | 外壁        | 其它特征        | 辨别特征       |
|-------------------------------------------------------|-------------|---------|------|-------|-----------|-------------|------------|
|                                                       |             | 位置      | 形状   |       |           |             |            |
| <i>Lophozonotriletes</i> Naumova emend. Potonie, 1958 | 不规则圆形—三角形   | 赤道      | 瘤状   | 明显不等宽 | 表面具瘤或瘤状凸起 | 纹饰大小不一、分布不均 | 瘤+环        |
| <i>Tholiosporites</i> Butterworth et Williams, 1958   | 圆形或近圆形      | 赤道      | 似盾环状 | 基本等宽  | 无纹饰       | 近极或具膜盖      | 栉较规则       |
| <i>Cornispora</i> Staplin Jansonius, 1961             | 多角形或不规则     | 赤道      | 角状   | 无     | 具角状凸起     | 孢子单缝至三缝     | 角状突起粗大而厚实  |
| <i>Cyrtospora</i> Winslow, 1962                       | 近圆形至近三角形    | 远极      | 块状   | ?     | 局部呈块状凸起   | 远极膨胀不规则     | 凸起顶部具次一级纹饰 |
| <i>Archaeozonotriletes</i> Naumova emend. Allen, 1965 | 圆形、近圆形至近三角形 | 远极或赤道   | 块状   | 偏心状   | 一层或二层     | 凸起表面不具纹饰    | 带环明显偏离中心   |

比较 归入本属的孢子,其外壁局部突起(加厚)与 *Cyrtospora* Winslow (1962) 分子的外壁膨胀很相似,但它们的位置和形态各不相同; *Cornispora* 的突起常位于赤道区,顶部锐,呈角状, *Cyrtospora* 的则多位于远极面,顶部钝,呈块状;归入 *Archaeozonotriletes* 的分子,外壁呈明显的栉状加厚,具环且偏心。以上各属的主要共同点是,孢子不对称,外壁不等厚。

现将与 *Cortospora* Winslow (1962) 有些相似的几属列于表 1, 进行比较。

**分布和时代** 北半球,主要为中、晚泥盆世。

**长颈瓶角形孢(新组合) *Cornispora lageniformis* (Lu) (comb. nov.)**

(图版 II; 图 11; 图版 XI, 图 8; 图版 XXV, 图 12)

1980b *Archaeozonotriletes lageniformis*, 卢礼昌, 32 页, 图版 V, 图 5, 6。

**描述** 赤道轮廓以梨形或长颈瓶形为特征, 最大赤道量度 54.6 (59.3) 64  $\mu\text{m}$  (量 5 粒); 浅棕至深棕色。

**比较** 本种形态与加拿大晚泥盆世晚期 (法门期) 的 *Cornispora varicornata* Staplin et Jansonius (in Staplin, 1961, p. 1230) 有些近似, 但后者角状突起数量较多, 通常为 2 枚或更多枚, 个体较粗, 较长 (可达 80—120  $\mu\text{m}$ ), 因此与前者差别仍显著; 本文描述的 *Lophozonotriletes cristifer* (Luber) Kedo, 虽然孢壁局部突起 (或加厚), 也较显著, 但突起顶端较宽或较钝, 并且表面常具小疣瘤状突起物。

**注释** 虽然本种的标本中有些分子的外壁在赤道部位加厚或凸起较明显, 但仅限于局部, 未能构成明显的环, 即外壁在赤道无明显的延伸, 虽在近极-赤道和远极-赤道总是有些加厚。基于这一原因, 笔者早先在描述 *Archaeozonotriletes lageniformis* (卢礼昌, 1980b 32 页) 未曾提及“环”, 现将这类分子归入 *Cornispora* Staplin et Jansonius 属内似更妥当。

**三角形锥饰孢属 Genus *Lophotriletes* Naumova 1953 ex Ishchenko, 1952 emend. Pot. et Kr., 1954**

**模式种** *Lophotriletes gibbosus* (Ibr.) Potonié et Kremp, 1954

**属征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓明显三角形, 三边通常外凸, 有时内凹; 结构 (structure), 如外壁纹饰成分、大小、形状和分布等情况, 与 *Apiculatisporis* Potonié et Kremp 类似; 因此, 赤道轮廓接近于圆形、三边强烈外凸的形态分子应包含在 *Apiculatisporis* 属中。

**分布和时代** 欧美各国和中国等, 主要为石炭一二叠纪, 其次为中、晚泥盆世。

**小三角形锥饰孢 *Lophotriletes minor* Naumova, 1953**

(图版 XVI, 图 17—19; 图版 XVIII, 图 16—18)

1953 *Lophotriletes minor*, Naumova, p.55, pl. VII, fig. 10; p.96, pl.XV, fig. 8; p. 108, pl. XVI, fig. 32.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓凸边三角形至宽圆三角形, 最大赤道量度 17.2 (23.2) 28.1  $\mu\text{m}$  (量 12 粒); 三射线清楚、具唇、唇宽 1.5—2.0  $\mu\text{m}$ ; 左右, 伸达赤道边缘; 外壁具小圆瘤-锥刺状纹饰, 主要限于远极面, 分布致密, 相邻纹饰基部彼此接触或否, 基部宽约 1.5  $\mu\text{m}$ , 高 1  $\mu\text{m}$ ; 赤道轮廓线呈微波状至细锯齿状, 边缘凸起 33—42 枚; 罕见褶皱, 浅棕色。

**不完全三角形锥饰孢(新种) *Lophotriletes incompletus* (sp. nov.)**

(图版 XXII, 图 10, 11)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形, 角部宽圆, 三边平直或微突; 最大赤道量度 59.3 (63.1) 71.8  $\mu\text{m}$  (量 8 粒), 全模标本 59.3  $\mu\text{m}$ ; 三射线不完全清楚、微弱 (有时仅可识



别),简单、直,常不等长,其长度约为孢子半径的  $2/3$  或稍长;外壁较厚,赤道外壁厚  $1.6-3.5\ \mu\text{m}$ ;纹饰主要由锥刺组成,间杂着次一级的小刺或刺-粒状突起,主要分布于近极-赤道区和整个远极面;锥刺低矮、分布致密,基部彼此不接触,或在某些标本上局部连结呈不规则短脊,但无论如何,不连结呈网状;锥刺基部轮廓和大小多变,一般基宽  $2.3-5\ \mu\text{m}$ ,大者可达  $5-7.8\ \mu\text{m}$ ,高  $1.6-2.3\ \mu\text{m}$ ;偶见较大锥刺(基宽  $3-4.5\ \mu\text{m}$ ,高  $4-5\ \mu\text{m}$ )顶端呈鹰嘴状(长约  $2\ \mu\text{m}$ ),极少数末端呈两分叉锚刺状。近极面,尤其三射线区,通常无明显纹饰,表面略微粗糙;孢子赤道轮廓线呈不规则锯齿状,凸起约  $22-32$  枚;罕见褶皱,棕黄或浅棕色。

**比较** 当前新种的形态特征,与 Smith 和 Butterworth (1967, p.175, pl.8, figs.1—3) 描述的英国石炭纪的 *Planisporites granifer* (Ibrahim) Knox 颇为接近,但它的外壁纹饰主要由颗粒和小块瘤所组成,而不是锥刺。

**讨论** 归入当前新种的标本,除个别分子外,虽然角部(或角顶)较宽圆,但三边并不强烈突出,所以将它们置于 *Lophotriletes* 较归入 *Apiculatisporis* 或 *Apiculatasporites* Ibrahim emend. Smith et Butterworth (1967) 更恰当。

### 背刺三缝孢属 *Genus Anapiculatisporites* Potonié et Kremp, 1954

**模式种** *Anapiculatisporites isselburgensis* Pot. et Kr., 1954

**分布和时代** 欧美各国和中国,晚古生代。

#### 小背刺孢 *Anapiculatisporites minutus* Lu et Ouyang, 1976

(图版 XXII, 图 16—19)

1976 *Anapiculatisporites minutus*, 卢礼昌、欧阳舒, 31 页,图版 III, 图 9、10。

1980b *Anapiculatisporites minutus*, 卢礼昌, 13 页,图版 IV, 图 1.2; 图版 XI, 图 11。

**描述** 最大赤道直径  $20.3(22.3)25\ \mu\text{m}$  (量 25 粒);罕见褶皱,橙棕或浅棕色。

#### 弱背刺三缝孢 *Anapiculatisporites dilutus* Lu, 1980

(图版 II, 图 3—5)

1980b *Anapiculatisporites dilutus*, 卢礼昌, 14 页,图版 III, 图 23—27。

**描述** 最大赤道量度  $29.6(37.9)40.6\ \mu\text{m}$  (量 22 粒);橙棕或浅棕色。

**注释** 当前标本(如图版 II, 图 5)清楚表明,近极表面光滑、无饰,而不仅仅是“或多或少平滑”(卢礼昌, 1980b, 14 页);同时,小锥刺的高(约  $1.5\ \mu\text{m}$ )常大于基宽(约  $1\ \mu\text{m}$ ),而且远极纹饰通常较赤道区的略微粗大。

### 稀瘤孢属 *Genus Pustulatisporites* Potonié et Kremp emend. Imgrund, 1960

**模式种** *Pustulatisporites pustulatus* Pot. et Kr., 1954

**分布和时代** 常见于北半球,晚泥盆世和石炭纪。

### 疏刺稀瘤孢(新种) *Pustulatisporites paucispinus* (sp. nov.)

(图版 I, 图 17—19)

**种征** 三缝小孢子,赤道轮廓圆三角形,角顶宽圆,三边平直或微凸,最大赤道量度  $56.2 (58.3) 63.2 \mu\text{m}$  (量 4 粒),全模标本  $56.2 \mu\text{m}$ ;三射线清楚、直或微弯曲、简单或具唇,约为孢子半径的  $4/7$  至等于孢子半径长;纹饰限于远极面和赤道区,以锥刺为主,分布较稀疏,基部彼此常不连接,锥刺基部宽  $2.5—4.5 \mu\text{m}$ ,高  $2—2.5 \mu\text{m}$ ;赤道边缘凸起较弱,约 27—36 枚;近极外壁较薄,厚约  $1.5 \mu\text{m}$ ,表面无明显纹饰或微粗糙;远极和赤道外壁较厚,约  $2—2.5 \mu\text{m}$ ,罕见褶皱;浅棕至棕黄色。

**比较** 本新种的形态和大小都与联邦德国鲁尔区早石炭世的 *Pustulatisporites pustulatus* (Potonié et Kremp, 1955) 颇近似,但后者外壁较薄,纹饰较稀(边缘凸起约 15 枚);四川渡口晚泥盆世的 *Pustulatisporites triangulatus* (卢礼昌, 1981) 个体大 ( $138.9—145.6 \mu\text{m}$ ) 许多,且纹饰多为圆瘤,唇也颇发育,与本新种不同。

### 圆形锥饰孢属 Genus *Apiculatisporis* Potonié et Kremp, 1956

**模式种** *Apiculatisporis aculeatus* (Ibr.) Pot. et Kr., 1956

**比较** 纹饰类型、大小、形状和密度等特征与 *Lophotriletes* 的相似,但赤道轮廓为圆形,而不是三角形。

**注释** 笔者曾将该属名译为“圆形锥刺孢属”(卢礼昌, 1980b, 13 页),现将“锥刺”改为“锥饰”,因为归入该属的许多分子表明,其外壁不仅具锥刺,而且还包括大锥刺或锥瘤等纹饰成分在内。

**分布和时代** 世界各地,主要见于晚古生代。

### 圆形锥饰孢 *Apiculatisporis abditus* (Loose) Potonié et Kremp, 1955

(图版 X, 图 12, 13; 图版 XXVIII, 图 5)

1955 *Apiculatisporites abditus*, Potonié and Kremp, p. 78, pl. 14, figs. 237—239.

1967 *Apiculatisporis abditus*, Smith and Butterworth, p. 170, pl. 7, figs. 14—17.

**描述** 小孢子,赤道轮廓圆形或近圆形,最大赤道直径  $65.5 (69.3) 74.1 \mu\text{m}$  (量 5 粒);三射线清楚至可见,简单、直,不等长,有时开裂,伸达赤道附近;外壁表面具锥刺状纹饰,分布不均匀,大小不相等,基部彼此或拥挤、或不接触,基宽  $5—12.5 \mu\text{m}$ ,常大于高,顶端钝或尖;近极外壁,尤其三射线区,纹饰显著减弱;赤道轮廓线呈参差不齐的锯齿状,突起约 21—26 枚;外壁同质或具内点状结构,厚约  $1.5 \mu\text{m}$  或稍厚;罕见褶皱,棕至深棕色。

**比较** 本种与本文描述的 *Apiculatisporis aculeatus* 彼此较为接近,但后者锥刺纹饰较小(基宽  $3—5.6 \mu\text{m}$ ,高  $2—3 \mu\text{m}$ ),外壁较薄(约  $2 \mu\text{m}$ ),并常具围绕赤道分布的条带状褶皱。

**注释** 四川渡口晚泥盆世的 *Apiculatisporis aculeatus* (Ibr.) Pot. et Kr. 的标本(卢礼昌, 1981, 图版 II, 图 7, 8)外壁较厚( $2—3.5 \mu\text{m}$ ),纹饰较大(少数锥瘤,基宽达  $9—14 \mu\text{m}$ ),因此这类标本的形态特征与归入当前种的孢子更为接近,或可归入当前种。



**刺状圆形锥饰孢 *Apiculatisporis aculeatus* (Ibr.) Potonié et Kremp, 1955**

(图版 VII, 图 6, 7; 图版 XX, 图 11)

1933 *Apiculatisporites aculeatus*, Ibrahim, S. 23, Taf. VI, Fig. 57.1955 *Apiculatisporis aculeatus*, Potonié and Kremp, p. 78, pl. XIV, figs. 235, 236, 241.1967 *Apiculatisporis aculeatus*, Smith and Butterworth, p. 170, pl. 7, figs. 12, 13.1980b *Apiculatisporis aculeatus*, 卢礼昌, 13 页, 图版 III, 图 19—21。

**描述** 最大赤道直径 54.6 (59.7) 62.4  $\mu\text{m}$  (量 7 粒); 锥刺基部宽 3—5.6  $\mu\text{m}$ , 高 2—3  $\mu\text{m}$ , 赤道轮廓线上约 28—35 枚; 外壁厚约 2  $\mu\text{m}$ , 具褶皱, 浅棕至棕色。

**注释** 原先考虑到 *Apiculatisporis aculeatus* 是模式种名, 所以曾将它译为“模式圆形锥刺孢”(卢礼昌, 1980b, 1981), 为统一起见, 现仍按其拉丁文原意, 改译为“刺状圆形锥饰孢”。

**规则圆形锥饰孢(新种) *Apiculatisporis regularis* (sp. nov.)**

(图版 XX, 图 13, 14)

**种征** 三缝小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径 57.7 (60.8) 65.5  $\mu\text{m}$  (量 3 粒) 全模标本 60.8  $\mu\text{m}$ ; 三射线清楚至仅可识别, 简单、微弯曲, 或不等长, 约为孢子半径的 3/5—7/8; 外壁厚实, 除近极中央区较薄 (1.5—2.5  $\mu\text{m}$ ) 外, 其余外壁厚可达 3.9—6.2  $\mu\text{m}$ ; 近极-赤道区和整个远极面具明显的大锥刺纹饰, 大小均匀, 分布较致密且规则, 基部彼此很少接触, 无论如何不连结成蠕瘤或祖脊, 锥刺基部为不规则圆形, 近底部宽 4.9—9.4  $\mu\text{m}$ , 突起较低, 高约 2.3—4.5  $\mu\text{m}$ , 顶端钝凸或尖, 表面光滑; 三射线区纹饰显著减弱或基本缺失(三射线顶部区); 轮廓线上凸起 7—24 枚, 呈较规则的锯齿状或钝齿状; 罕见褶皱, 棕至深棕色。

**比较** 本种与四川渡口晚泥盆世的 *Apiculatisporis variabilis* (卢礼昌, 1981, 99 页, 图版 II, 图 9, 10) 虽很相似, 但后者“外壁纹饰除大小锥刺外, 常有少数蠕瘤, 分布稀疏、不规则”; 与本文记载的 *Apiculatisporis aculeatus* 也容易区分, 它的纹饰也是“分布不均匀, 大小不相同”(卢礼昌, 1980b, 13 页)。

**圆形锥饰孢(未定种) *Apiculatisporis* sp.**

(图版 XI, 图 10)

**描述** 赤道轮廓近圆形, 赤道直径 81  $\mu\text{m}$ ; 三射线仅可识别, 简单、微弯曲、不等长, 约为孢子半径的 2/3; 外壁表面具锥刺纹饰, 锥刺低矮, 分布不均、大小不等, 基部轮廓常因彼此拥挤而不规则, 近底宽 2.3—7.8  $\mu\text{m}$ , 约为高的两倍, 其间常具次一级小刺, 纹饰分子之间常呈狭窄和不规则的负网状结构; 边缘轮廓线呈不规则的细锯齿状; 外壁厚约 1.5—2  $\mu\text{m}$ , 棕黄或浅棕色。

**盔顶孢属 Genus *Corystisporites* Richardson, 1965****模式种** *Corystisporites multispinosus* Richardson, 1965**比较** 本属以其三射唇隆起、并呈顶状突起或颈锥体以及刺状纹饰末端不分叉为特

征,而不同于其他各具刺小孢子属;形态特征虽然与 *Lagenicula* Bennie et Kidston ex Zerdtemend. Potonié et Kremp (1954) 颇为相似,但后者是一大孢子属。

**分布和时代** 英国和中国,主要为中晚泥盆世。

### 锥刺盔顶孢 *Corystisporites conicus* Lu, 1981

(图版 XV, 图 6)

1981 *Corystisporites conicus*, 卢礼昌, 105 页, 图版 V, 图 4。

**描述** 侧压标本, 远极面半圆球形, 近极面颈锥形, 最大赤道直径  $73.3\ \mu\text{m}$ , 极轴长  $85.6\ \mu\text{m}$ ; 浅黄棕至棕色。

### 圆锥形盔顶孢(新种) *Corystisporites conoideus* (sp. nov.)

(图版 XV, 图 5, 9)

**种征** 三缝小孢子, 赤道轮廓多为近圆形, 常呈侧压标本保存, 最大赤道直径  $78\ (89.3)104\ \mu\text{m}$  (量 5 粒), 全模标本  $101.4\ \mu\text{m}$ ; 三射线强烈隆起, 并呈圆锥形, 近基部宽常略大于孢子赤道直径长, 顶端钝尖, 表面微粗糙或具不规则细条纹(沿极轴方向排列), 似海绵状(或囊状)结构, 常沿三射线部位开裂; 纹饰限于远极面, 以钝锥刺为主, 大小和形态在同一标本上基本一致, 全模标本刺长  $12.5\text{—}14\ \mu\text{m}$ , 基宽  $8\text{—}9.4\ \mu\text{m}$ , 顶端钝凸(或尖), 表面光滑、透明; 浅棕黄至深棕色。

**比较** 本新种与四川渡口大麦地一带晚泥盆世早期的 *Corystisporites conicus* (卢礼昌, 1981) 十分接近, 但后者隆起较窄, 纹饰形态和大小多变。

### 圆形细刺孢属 Genus *Apiculatasporites* Ibrahim emend. Visscher, 1966

**模式种** *Apiculatasporites spinulistratus* Loose ex Ibrahim, 1933

**注释** 有关 *Apiculatasporites* 的定义尚不一致, 争论的中心是对模式种概念认识不一, 例如, Potonié (1958) 曾认为 *Apiculatasporites* 的模式种 (*Apiculatasporites spinulistratus*) 可归入三角形细刺孢属 *Planisporites* 内, 因而废弃了该属; 但紧接着他 (1966) 又推翻了自己的这一结论, 承认 *Apiculatasporites* 仍有效并主张 *Apiculatasporites* 和 *Planisporites* 的模式种并不相同。按其定义 (Jansonius and Hills, 1976, p. 132) *A. spinulistratus* 赤道轮廓为明显的圆形, 三射线柔弱, 约为孢子半径的  $2/3$ , 刺细、致密, 基部彼此分离呈负网状, 绕赤道轮廓线多于 90 枚; 而 *P. granifer* 为圆三角形, 三射线较长并伸达赤道, 纹饰锥刺, 分布较稀。因此, 两属特征各异, 不可混淆。

**比较** *Apiculatasporites* 和 *Apiculatisporis* 的字形相近(仅词尾略异), 且彼此所含孢子赤道轮廓, 均为近圆形或正圆形, 纹饰锥刺, 常易混淆; 但它们的纹饰大小及其分布特征又各自不同: 前者纹饰的高限于  $0.5\text{—}1.5\ \mu\text{m}$ , 分布较规则、致密; 后者纹饰的高, 虽然参差不齐, 但绝大多数大于  $1.5\ \mu\text{m}$  而且分布不均匀, 即便在同一标本上, 纹饰大小和分布都很不规则, 因此该两属差异仍较明显; *Apiculatasporites* 和 *Planisporites* 纹饰形态、大小及分布等特征, 虽然彼此颇为近似, 但前者赤道轮廓多呈圆形, 而后者则为三角形。

**分布和时代** 南、北半球, 主要为泥盆纪和石炭纪。



**柔弱圆形细刺孢 *Apiculatasporites delicatus* Lu, 1981**

(图版 XXII, 图 8, 9)

1981 *Apiculatasporites delicatus*, 卢礼昌, 98 页, 图版 II, 图 3, 4。

描述从略。

**具饰弓脊孢属 Genus *Apiculiretusispora* Streel emend. Streel, 1967****模式种** *Apiculiretusispora brandtii* Streel, 1964**比较** *Retusotriletes* 虽然也具弓形脊, 但不具纹饰; 外壁具块瘤的弓脊孢不在本属范围内, 应归入 *Verruciretusispora* Owens (1971)。**分布和时代** 世界各地, 主要为早、中泥盆世。**光亮具饰弓脊孢 *Apiculiretusispora nitida* Owens, 1971**

(图版 VI, 图 1—4; 图版 X, 图 2)

1971 *Apiculiretusispora nitida*, Owens, p.17, pl.III, figs. 9—11.**描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径 51.5 (58.3) 65.5  $\mu\text{m}$  (量 7 粒); 三射线可见或仅可识别, 微弱、简单, 直, 约为孢子半径的 2/3; 弓形脊很窄、微弱, 常不很清楚或仅可识别; 以弓形脊为界的接触区明显地小于近极面, 区内外壁表面无纹饰, 其余近极外壁和整个远极面覆以细颗粒-锥刺状纹饰, 分布密集, 彼此几乎接触或不完全接触, 粒径不完全相等, 一般约 0.5  $\mu\text{m}$  左右, 锥刺高 1—1.5  $\mu\text{m}$ ; 外壁厚约 1  $\mu\text{m}$  或稍厚, 具次生褶皱; 浅棕色。**比较** 本种与云南沾益龙华山中泥盆世的 *Apiculiretusispora granulata* Owens (卢礼昌, 1980b, 15 页, 图版 11, 图 1—5, 9) 的主要差别, 在于后者纹饰成分较单一(仅见颗粒), 粒径相对较大(约 1  $\mu\text{m}$ ), 分布较稀。**厚区具饰弓脊孢 *Apiculiretusispora crassa* Lu, 1980**

(图版 VI, 图 18, 19)

1980b *Apiculiretusispora crassa*, 卢礼昌, 16 页, 图版 XI, 图 17, 18。

描述从略。

**致密具饰弓脊孢(新种) *Apiculiretusispora densa* (sp. nov.)**

(图版 XXI, 图 17; 图版 XXVI, 图 6—8)

**种征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形至近圆形, 最大赤道量度 35.9 (40.8) 46.8  $\mu\text{m}$  (量 37 粒), 全模标本 39  $\mu\text{m}$ , 三射线简单, 或两侧具加厚或伴随有唇, 某些标本唇较发育, 但不完全(在同一标本上仅见一条或两条较发育), 并常超覆射线末端(至赤道附近)和向两侧延伸(或加厚), 三射线长约为孢子半径的 2/3—3/4, 唇一般宽 3—6.3  $\mu\text{m}$ ; 弓形脊窄、微弱, 有时仅可识别或发育不完全; 以弓形脊为界的接触区隐约可见或局部清楚, 区内表面光滑, 无纹饰(如图版 XXVI, 图 8); 接触区以外的外壁具颗粒、锥

刺、或小刺-粒状纹饰,分布致密,但相邻纹饰的基部彼此很少接触,纹饰在辐间区有时显得较发育,颗粒和锥刺纹饰基部宽约  $1-1.5\ \mu\text{m}$ ,突起高常小于  $1\ \mu\text{m}$ ;外壁一般较薄,仅  $1\ \mu\text{m}$  左右;某些标本,外壁在赤道辐间区略有增厚,而另外一些标本,则在辐射区显得最为厚实,褶皱罕见;纹饰突起在赤道轮廓线上的反映常不一致:辐射区较弱,甚至平滑,辐间区较强,呈细齿状或微波状,浅棕至棕色。

**比较** 本新种与下列已知种的区别较明显: *Apiculiretusispora minuta* (卢礼昌、欧阳舒, 1976, 29 页) 个体较小(仅  $16-31\ \mu\text{m}$ ), 三射线顶部常具小角形加厚区;弓形脊清楚、发育完全,较厚实、并几乎全部位于赤道; *Apiculiretusispora minor* McGregor 虽然个体较大 ( $24-42\ \mu\text{m}$ ), 但三射线简单,赤道外壁厚度不一致:辐间区较厚,辐射区较薄。

### 双饰孢属 Genus *Dibolisporites* Richardson emend. Playford, 1976

**模式种** *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson, 1965

**比较** 本属的复式纹饰与 *Acinospora* Richardson (1965) 有相似之处,但它的纹饰是由一系列蠕虫状的、互相连结的脊与脊背上的刺所组成,而不是彼此分离的复式纹饰。

**分布和时代** 世界各地,主要为泥盆纪。

### 两分叉双饰孢(新种) *Dibolisporites bifurcatus* (sp. nov.)

(图版 VII, 图 10, 11, 14, 16)

**种征** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓近圆或因外壁局部加厚而不规则,最大赤道直径  $67.1(76.6)81\ \mu\text{m}$  (量 9 粒),全模标本  $81\ \mu\text{m}$ ;三射线常因纹饰密挤而不清楚,可见者简单、伸达赤道附近;外壁表面纹饰以锥刺或锥瘤状突起为主,突起基部宽  $3.1-10.9\ \mu\text{m}$ ,高  $2.3-6.2\ \mu\text{m}$ ,锥刺顶端尖或钝,锥瘤顶端凹凸不平;绝大多数纹饰顶端具小茎状突起(2 枚或多枚)并微弯曲,末端常见极小两分叉,或微微膨胀呈两分叉趋势,小茎高  $1.5-4\ \mu\text{m}$ ,宽  $0.5-1.6\ \mu\text{m}$ ;似乎有这种倾向:纹饰突起愈高,其顶端次一级小凸起也愈明显,数量也愈多,有时多达 3—4 枚;纹饰在三射线区略有减弱;孢子赤道边缘常呈低矮和不规则锯齿状,凸起约 32—40 枚;外壁厚  $3.1-5\ \mu\text{m}$ ,有时可见局部随纹饰加密而增厚,罕见褶皱,棕至深棕色。

**比较** 当前新种的主要纹饰与本文描述的 *Dibolisporites diaphanus* (sp. nov.) 颇为相似,但后者纹饰(锥刺)较稀少(边缘突起仅 16—22 枚),且次一级小突起以小刺为主,因此两者差异仍较大,易于区分。

### 透明双饰孢(新种) *Dibolisporites diaphanus* (sp. nov.)

(图版 VII, 图 8, 9)

**种征** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓近圆形至宽圆三角形,最大赤道量度  $45.2(56.2)71.8\ \mu\text{m}$  (量 5 粒),全模标本  $51.5\ \mu\text{m}$ ;三射线柔弱,常不清楚或仅可识别,伸达赤道附近;外壁表面纹饰以锥刺为主,其上常具次一级小突起,构成明显的两型纹饰;锥刺分布不均、大小不等,基部宽  $5-12\ \mu\text{m}$ ,高约  $3-8\ \mu\text{m}$ ,其上小凸起形态多变,常以小刺或小茎为主,高约  $1-2\ \mu\text{m}$ ,或稍长,上部常弯曲,末端扁平或微膨胀(极少数两分叉);三



射线区纹饰显著减弱,或缺失;赤道外壁厚约  $2\ \mu\text{m}$  或稍厚,但常因纹饰密挤而不可量;赤道轮廓线呈不规则锯齿状,边缘突起约 16—22 枚;浅棕至深棕色。

**比较** 本新种与北极加拿大中泥盆世 *Dibolisporites uncatatus* (Naumova) McGregor et Camfield (1982) 十分相似,但后者纹饰类型较杂(长刺、块瘤和锥刺等)、较密、并以长刺为主;此外,就主要纹饰形态及其分布等特征而言,则与本文描述的 *Apiculatisporites abditus* (Loose) Potonie et Kremp (1955) 很相似,但其上不具次一级小突起。

### 蚀饰大孢属 Genus *Cereusisporites* Lu et Ouyang, 1978

**模式种** *Cereusisporites mirabilis* Lu et Ouyang, 1978

**分布和时代** 中国云南沾益,中泥盆世晚期。

#### 奇异蚀饰大孢 *Cereusisporites mirabilis* Lu et Ouyang, 1978

(图版 X, 图 1; 图版 XVII, 图 8)

1978 *Cereusisporites mirabilis*, 卢礼昌, 欧阳舒, 76 页, 图版 III, 图 1—4。

**描述** 辐射对称三缝大孢子; 最大赤道直径  $248—317.5\ \mu\text{m}$  (纹饰除外); 纹饰棕黄色、孢体棕至深棕色。

### 叉瘤孢属 Genus *Raistrickia* Schopf, Wilson et Bentall emend. Potonié et Kremp, 1954

**模式种** *Raistrickia grovensis* Schopf, Wilson et Bentall, 1944

**注释** 按属征,纹饰以棒瘤为主,但实际上常见的是大小不同的棒状纹饰或类似于棒状纹饰,而且分布很不规则,即使在同一标本上,局部致密或稀疏的情况也屡见不鲜。纹饰相同,并在赤道构成环的分子应归入 *Lophozonotriletes* 属内。

**分布和时代** 多见于北半球,泥盆、石炭纪。

#### 不完全叉瘤孢 *Raistrickia incompleta* Lu, 1981

(图版 XXVIII, 图 6, 7)

1981 *Raistrickia incompleta*, 卢礼昌, 101 页, 图版 III, 图 1—3。

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 最大赤道直径  $76.4—87.4\ \mu\text{m}$ ; 边缘凸起(包括锥刺在内)约 15—19 枚, 浅棕至深棕色。

本种的纹饰与石炭纪(威斯特伐利亚期)的 *Raistrickia saetosa* (Loose) Schopf, Wilson et Bentall (1944) 以及 *Reticulatisporites fimbriatus* var. *spatulatus* Winslow (1962) 的棒状纹饰, 也十分相似, 但后两种的纹饰成分较单一、纹饰分子较修长。

#### 厚壁叉瘤孢(新种) *Raistrickia crassa* (sp. nov.)

(图版 XIV, 图 8; 图版 XXI, 图 4, 8)

**种征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 侧面观, 近极面低锥角形, 远极面半圆球形, 极轴长略小于赤道直径, 最大赤道直径  $76.4\ (89.6)98.7\ \mu\text{m}$  (量 3 粒), 全

模标本  $76.4\ \mu\text{m}$ ; 三射线简单、柔弱, 不等长或不清楚, 总是小于孢子半径长; 除三射线区外, 外壁覆以棒瘤状纹饰, 分布致密、拥挤, 不规则, 棒瘤低矮, 形状较规则, 粗细较均匀, 大小略不一, 一般基宽常略大于棒高, 宽  $4.5\text{--}7\ \mu\text{m}$ , 高  $4\text{--}6\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 顶端平截、微凸、偶见小刺, 赤道边缘突起  $38\text{--}54$  枚; 外壁厚实, 并常具不规则加厚、且加厚明显, 一般厚  $5.2\text{--}7\ \mu\text{m}$ , 甚者呈似栉状结构 (图版 XIV, 图 8) 最大厚度可达或超过  $15\ \mu\text{m}$ , 三射线区纹饰显著减弱或光滑无饰 (图版 XIV, 图 8); 浅棕至深棕色。

**比较** 新种以其外壁厚实、不规则加厚明显和棒瘤低矮等为主要特征, 而与下列各已知种不同: *Raistrickia incompleta* Lu (卢礼昌, 1981, 101 页) 棒瘤高 ( $6.7\text{--}7.8\ \mu\text{m}$ ) 常略大于基宽 ( $4.5\text{--}6.7\ \mu\text{m}$ ), 外壁厚度较均一, 较薄 ( $3\text{--}5.6\ \mu\text{m}$ ); *R. major* (Bhardwaj, 1957, p. 89) 孢体较大 ( $105\text{--}140\ \mu\text{m}$ ), 外壁较薄 ( $4\ \mu\text{m}$ ), 棒瘤相对较长 (为宽的两倍), 且末端参差不齐 (撕裂状)。

### 大穴孢属 Genus *Brochotriletes* Naumova 1939 ex Ishchenko, 1952

**模式种** *Brochotriletes magus* Ishchenko, 1952

**属征** 无环三缝孢子, 外壁“穴窝状 (alveolar)”。

**注释** 很显然, 上述属征过于简单。虽然 Ishchenko (1952) 第一次使之成为有效属, 但更为详细的记载还是 Potonié (1954) 提出的 (Jansonius and Hills, 1976): “三缝小孢子; 赤道轮廓三角形至近三角形; 三射线约等于孢子半径; 外壁具穴窝 (或凹穴), 其间以脊相隔, 脊较 *Reticulatisporites*, *Reticulisporites* 和 *Dictyotriletes* 的宽的多; 穴也似乎较圆、少见多角形”。

**比较与讨论** 本属的形态特征与 *Convolutisporites* Hoffmeister, Staplin et Malloy 颇为接近, 但后者的脊通常是由纹饰突起所组成, 并常呈蠕瘤状延伸; 而前者的“脊”, 实际上是外壁凹穴和窝穴之间的“间距”相互串连而成, 因此这种脊的高度, 往往就是外壁本身的厚度; 从这个意义讲, 晚泥盆世这一形态属 *Brochotriletes* 的“脊”与其他具网纹各孢属的脊也是不相同的。

**分布和时代** 苏联、中国等, 常见于晚古生代。

### 大穴孢 (未定种) *Brochotriletes* sp.

(图版 XXXIII, 图 8)

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形或接近圆形, 最大赤道直径  $64\ \mu\text{m}$ , 三射线可见, 窄, 多具唇, 长约  $23.4\ \mu\text{m}$ ; 外壁具穴, 以宽脊相隔, 主要分布于远极面和近极-赤道区; 穴较圆, 穴径  $3\text{--}6\ \mu\text{m}$ , 脊较宽, 常大于穴径, 约  $4\text{--}7.8\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 顶部宽平或钝圆, 脊高, 外壁厚; 赤道外壁厚约  $5.5\ \mu\text{m}$ , 同质或具内点状; 近极中央区外壁较赤道外壁略薄, 表面光滑, 无穴。

### 冠脊孢属 Genus *Camptotriletes* Naumova 1939 ex Potonié et Kremp, 1954

**模式种** *Camptotriletes corrugatus* (Ibr.) Potonié et Kremp, 1954

**属征** 辐射对称三缝小孢子; 赤道轮廓近圆形至圆三角形; 外壁表面具脊状纹饰, 脊



不规则、不定形，且高低不平，为发育不完全的冠脊 (cristae) 或为散乱分布的条脊 (welts)，部分条脊分叉；沿三射线偶见更明显的冠脊。

**比较** 归入 *Camptotriletes* 属的分子，虽见部分脊条分叉，并在局部形成不规则的似网脊(如模式种的全模标本)，但无论如何，不会连结成网状纹饰，因此，上述属与任何具网纹的各已知属，如 *Dictyotriletes* Naumova 1939 ex Potonié et Kremp (1954) 或 *Reticulatisporites* Ibrahim (1937) 都存在明显的差异。

**分布和时代** 多见于欧洲、中国，泥盆、石炭纪。

### 稀疏冠脊孢(新种) *Camptotriletes rarus* (sp. nov.)

(图版 XXXIII, 图 9)

**种征** 小孢子，赤道轮廓宽圆三角形或近圆形，最大赤道直径 60—64  $\mu\text{m}$  (仅 2 粒)，全模标本 64  $\mu\text{m}$ ；三射线清楚、简单、直，末端尖，伸达赤道边缘；外壁表面覆以脊状突起纹饰，分布稀疏，不规则，多少弯曲或呈波状，长短不一，很少分叉，互不连结；基部较宽，约 2—8  $\mu\text{m}$ ，突起高 3—6  $\mu\text{m}$ ，顶端尖或凹凸不平(呈鸡冠状突起)；外壁同质，表面光滑，厚约 1  $\mu\text{m}$ ；赤道轮廓线上突起约 10—13 处，浅黄棕色。

**比较** 当前新种外壁脊状突起纹饰分布稀疏，互不连结，与下列各已知种的主要区别是：*Camptotriletes coreugatus* (Ibrahim) Potonié et Kremp 和 *C. bacculentus* (Loose) Potonié et Kremp (1955) 的脊状突起较致密(边缘突起 20 或更多枚)、且局部常连结呈不规则网纹；与 *Camptotriletes superbis* Neves (1961) 的区别，在于后者孢子个体较大(75—125  $\mu\text{m}$ )。

### 平网孢属 Genus *Dictyotriletes* Naumova 1939 ex Ishcheko, 1952 emend. Potonié et Kremp, 1954

**模式种** *Dictyotriletes bireticulatus* (Ishchenko) Pot. et Kr., 1955

**分布和时代** 世界各地，晚古生代、中生代。

### 变异平网孢 *Dictyotriletes varius* Naumova, 1953

(图版 VII, 图 5)

1953 *Dictyotriletes varius*, Naumova, p.110, pl. XVI, fig. 40.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓近圆形，最大赤道直径 35.9  $\mu\text{m}$ ；三射线清楚、柔弱、简单、直，约为孢子半径的 7/9—4/5 或稍长；外壁表面具明显的网状纹饰，主要限于远极面和近极-赤道区，网穴多呈不规则四边形和五边形，偶见六边形，穴径一般为 6—11  $\mu\text{m}$ ；网脊基部较宽，约 2—3  $\mu\text{m}$ ，向上逐渐变窄、脊背锐、低矮，高常小于 1  $\mu\text{m}$ ，但于网脊相交处，(侧面观)常呈锥形凸起，高达 1.5—3  $\mu\text{m}$ ，甚者或更高；赤道轮廓线上呈不规则锯齿状，凸起参差不齐，约 9—13 枚；浅棕色。

**比较** 本种与云南龙华山中泥盆世晚期的 *Dictyotriletes destudineus* (卢礼昌, 1980b) 差别较大，后者网穴较规则，多为六边形。

## 粗网孢属 Genus *Reticulatisporites* Ibrahim emend. Potonié et Kremp, 1954

模式种 *Reticulatisporites reticulatus* (Ibr.) Ibrahim, 1933

注释 本属和 *Dictyotrilletes* Naumova emend. Potonié et Kremp (1954) 的主要区别, 按定义, 前者网脊粗、突起高并具网膜; 后者网脊低平, 不具网膜, 但实际上, 通常区分该两属的主要依据是网脊的粗细和突起的高低, 而不顾及“网膜”是否存在, 因为, 这种“网膜”有时正是网脊自身的延伸所致, 而非真正的“膜”。

分布和时代 世界各地, 主要为晚古生代和中生代。

### 过渡粗网孢(新种) *Reticulatisporites translatus* (sp. nov.)

(图版 XVIII, 图 1—3, 5)

种征 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形至宽圆三角形, 最大赤道量度 60.8 (73.4) 78  $\mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本 60.8  $\mu\text{m}$ ; 三射线清楚、简单, 直, 末端尖, 约为孢子赤道半径的 4/5—13/15; 外壁同质, 表面光滑, 厚约 1.5  $\mu\text{m}$ ; 网状纹饰主要限于远极面和赤道边缘, 网脊基部, 尤其网结(网脊相交或连结处)基部相当宽, 约 5.5—9.4  $\mu\text{m}$ , 甚者可达 15  $\mu\text{m}$  左右, 网脊上半部较窄, 宽约 1.5—2.0  $\mu\text{m}$ , 脊背(侧面观)尖或钝凸, 突起高 3.1—7.8  $\mu\text{m}$ ; 网穴规则、多角形, 网穴大, 最大上部直径可达 26.5—37.4  $\mu\text{m}$ , 穴底微微内凹; 孢子赤道轮廓线呈不规则锯齿状, 边缘突起约 5—8 枚; 近极表面光滑, 无纹饰, 浅黄棕至(局部)棕色。

注释 归入当前种的标本, 若其网脊基部不明显加宽, 应将其归入 *Dictyotrilletes* Naumova emend. Potonié et Kremp (1954) 较为适合; 如若网脊基部加宽, 并延伸和相邻基部彼此接触或融合, 致使外壁呈栉状加厚, 则归入 *Chclinospora* Allen (1965) 更适当。

### 粗网孢(未定种) *Reticulatisporites* sp.

(图版 XXX, 图 10, 11)

描述 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓常呈不规则圆形, 最大赤道直径 63.2—82.9  $\mu\text{m}$  (量 2 粒); 三射线微弱或不清楚, 简单, 约为孢子半径的 5/7 或稍长; 外壁薄, 厚仅 1  $\mu\text{m}$  左右, 表面粗糙至鲛点状, 具细颗粒状内结构; 网状纹饰明显, 网脊粗且均匀, 宽达 3.2—7.8  $\mu\text{m}$ , 突起高, 一般为 1.0—3.2  $\mu\text{m}$ , 局部可达 6  $\mu\text{m}$  左右, 网穴形状不规则, 穴径可达 7.8—17.2  $\mu\text{m}$ , 赤道轮廓线呈不规则波状或凹凸不平; 绕赤道边缘见 6—9 凹穴; 浅深黄至棕(网脊)色。

比较 就网脊粗、网穴大而言, 上述未定种与本文描述的 *Reticulatisporites translatus* (sp. nov.) 颇近似, 但后一新种脊背较窄, 在赤道轮廓线上呈锯齿状凸起, 同时网穴更大, 最大穴径可达 26.5—37.4  $\mu\text{m}$ 。

图版 XXX, 图 10 和图 11 两标本是否为同一类型(种)仍是一个问题, 加之标本发现较少, 所以种的鉴定有所保留。

## 蠕孢属 Genus *Convolutispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy, 1955

模式种 *Convolutispora florida* Hoffmeister et al., 1955



**分布和时代** 世界各地，多见于晚古生代。

### 多花蠕瘤孢 *Convolutispora florida* Hoffmeister et al., 1955

(图 XXVI, 图 2, 3)

1955 *Convolutispora florida* Hoffmeister et al., p. 384, pl. 38, figs. 5, 6.

1971 *Convolutispora florida*, Playford, p. 24, pl. 6, fig. 3.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓近圆形，最大赤道直径  $43.7\ \mu\text{m}$ ；三射线弱、简单，常因纹饰拥挤而弯曲和不完全清楚，约为孢子半径的  $2/3$ ；外壁具蠕瘤状的脊，分布致密、拥挤，脊宽  $4-5.5\ \mu\text{m}$ ，高约  $4\ \mu\text{m}$ ；顶部宽平或钝凸，表面光滑；脊间空隙较窄，约  $0.5-3\ \mu\text{m}$ ；外壁厚实，但因纹饰致密常不可量，表面光滑，具细内颗粒状结构，赤道边缘呈不规则波状；棕色。

### 疣瘤蠕瘤孢 *Convolutispora tuberosa* Winslow, 1962

(图版 XIV, 图 6, 7)

1962 *Convolutispora tuberosa*, Winslow, p. 71, pl. XVII, figs. 20-22.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓圆至近圆形或近三角形；最大赤道量度  $68.7(74.9)81.1\ \mu\text{m}$  (量 3 粒)；三射线清楚至可见、简单，伸达孢子赤道边缘；外壁具棒瘤纹饰，分布致密，低矮、粗大，局部连结成脊，并呈蠕瘤状；侧面观，棒瘤分子两侧近于平行，顶部略微膨胀或否，末端多少平凸或拱凸，偶见钝尖，表面光滑；大小略有差别，一般基宽  $5.6-6.7\ \mu\text{m}$ ，高  $3-9.4\ \mu\text{m}$ ；三射线区纹饰明显减小、且稀；外壁厚实，但常因纹饰粗大、拥挤而不可量，多呈棕或深棕色。

### 莓饰孢属 Genus *Acinosporites* Richardson, 1965

**模式种** *Acinosporites acanthomammillatus* Richardson, 1965

**注释** *Acinosporites* 是泥盆纪的一个形态属，其特征与石炭纪的 *Convolutispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy (1955) 颇为相似，归入两属的分子几乎都具类似的蠕瘤状的脊，但归入前一属的分子，外壁纹饰为复式纹饰(脊背上长有次一级的小刺或锥刺)；而归入后一属的分子、仅限于单型纹饰(即脊背上不具任何次一级的小纹饰)。

**分布和时代** 英国、中国，主要为中泥盆世。

### 疣刺莓饰孢 *Acinosporites acanthomammillatus* Richardson, 1965

(图版 VII, 图 12, 13)

1965 *Acinosporites acanthomammillatus*, Richardson, p. 577, pl. 91, figs. 1, 2.

1981 *Acinosporites acanthomammillatus*, 卢礼昌, 102 页, 图版 III, 图 7, 8。

1982 *Acinosporites acanthomammillatus*, McGregor et Camfield, p. 11, pl. 1, figs. 1-6.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓宽圆三角形，最大赤道量度  $68.4(70.1)71.7\ \mu\text{m}$ ；浅棕至棕色。

## 塔形莓饰孢 *Acinosporites pyramidatus* Lu, 1981

(图版 VII, 图 15, 17—19)

1981 *Acinosporites pyramidatus*, 卢礼昌, 102 页, 图版 III, 图 9—11。

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 最大赤道直径  $84.2 (89.2) 93.6 \mu\text{m}$  (量 9 粒); 侧压标本, 孢子极轴长  $101—113.9 \mu\text{m}$  (量 3 粒); 棕黄至深棕色。

**比较** 本种与 *Acinosporites acanthomammillatus* Richardson (1965) 十分近似, 但后者个体较小 ( $68.6—71.7 \mu\text{m}$ ), 三射唇突起较低, 次一级纹饰更为弱小。

## 单穴孢属 Genus *Acritosporites* Obonizkaja (emend. nov.)

**模式种** *Acritosporites aralensis* Obonizkaja, 1964

**修订属征** 辐射对称三缝小孢子; 赤道轮廓圆形至圆三角形, 侧面观, 近极面低锥形, 远极面外凸; 三射线清楚至可见, 简单或具唇, 伸达赤道附近; 弓形脊发育完全, 除射线末端两侧极小部分外, 其余绝大部分位于或略略超出赤道; 外壁一层或两层, 相当厚实, 表面光滑, 近极外壁常沿三射线开裂或减薄, 远极外壁中央区具一明显的圆形洞穴, 穴底外壁较其余外壁薄许多。

**比较** 上述修订属征与泥盆纪形态属 *Retusotriletes* Naumova emend. Streel (1964) 颇为相似, 但仍具明显的差异, 即后者外壁不具任何凹穴; 与其他具穴孢属, 如 *Brochotriletes* Naumova ex Ishchenko (1952) 等, 也明显不同, 它们为多孔穴状, 而不仅仅是一个洞穴。

**讨论** *Acritosporites* Obonizkaja (1964) 为苏联晚白垩世 (Cenomanian-Turonian) 一形态属, 其模式种 *Acritosporites aralensis* Obonizkaja 的全模标本绘图 (Jansonius et Hills, 1976) 表明: 近极面“三椭圆形变薄区”似乎由相当发育的三射唇外缘和弓形脊所组成, 因此, 三射唇与弓形脊之间的外壁自然显得较薄; 另一方面, 本文描述的标本, 其形态特征和 *Acritosporites* 属征大体相符; 并清楚地显示出弓形脊的存在; 若将这类标本归入 *Retusotriletes* 属内, 又觉不如归入 *Acritosporites* 属更为恰当, 而后者原属征又显然难以完全容纳它们, 所以笔者尝试扩大和修订了这一属征。

**分布和时代** 苏联、中国, 古、中生代。

## 双层背穴孢(新种) *Acritosporites bilamellatus* (sp. nov.)

(图版 XXIV, 图 1, 2)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形至近圆形, 最大赤道直径  $62.4 (64.6) 67.1 \mu\text{m}$  (量 4 粒), 全模标本  $62.4 \mu\text{m}$ ; 三射线清楚或可见, 直、简单或具唇, 末端尖, 伸达赤道边缘; 弓形脊微弱, 但发育完全, 除三射线末端两侧小部分外, 其余大部分位于赤道边缘或与赤道重叠, 甚者可略超出赤道延伸; 以弓形脊为界的接触区约等于近极面, 表面微粗糙; 外壁明显两层, 互为紧贴, 内层表面微粗糙, 在赤道区呈深色内环状, 宽度均匀, 约  $5—8 \mu\text{m}$ ; 外层在近极面常沿三射线开裂, 甚者可呈明显三角形减薄区(图版 XXIV, 图 1), 区内三边微微内凹或直, 角顶与射线末端重叠, 外层厚度在赤道不甚均匀, 辐射区较薄, 厚约 3



$\mu\text{m}$ ，辐间区较厚，约 6—7.8  $\mu\text{m}$ ；孢子远极区具一明显的、略呈圆形的洞穴，穴径可达 23.4—29.6  $\mu\text{m}$ ，穴底外壁较其余外壁薄许多；洞穴中心，在正压标本上，与三射线顶点重合；常呈浅棕至深棕色。

**注释** 远极洞穴，穴的深度小于外层厚还是大于外层厚而凹进内层？还不能准确地判断，但其透明度似乎表明：穴深大于外层厚的可能性较大。

### 单层背穴孢(新种) *Acritosporites singularis* (sp. nov.)

(图版 XXIV, 图 7—11)

**种征** 小孢子，赤道轮廓宽圆三角形至近圆形，最大赤道直径 54.6(69.5)78  $\mu\text{m}$  (量 14 粒)，全模标本 73.3  $\mu\text{m}$ ；三射线清楚至可见，直、末端尖、简单、或微具唇，伸达赤道附近；弓形脊微弱，但发育完全、除三射线末端两侧小部分外(如图版 XXIV, 图 7)，其余大部分位于或略略超出赤道，故极压标本的辐间区赤道外壁通常显得较辐射区的略厚(如图版 XXIV, 图 9)；以弓形脊为界的接触区等于近极面，区内表面微粗糙至细小颗粒状，沿射线常开裂，甚者呈三角形变薄区，角顶几乎与射线末端重叠，远极外壁表面光滑，极区具一明显的洞穴，穴大，形圆、直径可达 20.3—25  $\mu\text{m}$ ，穴底外壁较其余外壁薄许多。正压标本，洞穴中心与三射线顶点重合，外壁一层，相当厚实，赤道外壁最大厚度(常在辐间区)，达 6.2—9.4  $\mu\text{m}$  未见褶皱，浅棕至深棕色。

**比较** 新种外壁相当厚实，弓形脊微弱等特征与本文描述的厚壁弓脊孢 *Retusotriletes spissus* (sp. nov.) 非常相似，但后者外壁厚度较均一，甚至近极外壁较远极外壁还略厚，更主要的是远极外壁不具任何凹穴或其他明显构造。

### 单穴孢(未定种) *Acritosporites* sp.

(图版 XXIV, 图 12)

**描述** 小孢子，赤道轮廓圆形，最大赤道直径 81.2  $\mu\text{m}$  (仅一粒)；三射线清楚、简单，末端明显两分叉，射线长约 22  $\mu\text{m}$ ，分叉长约 4.7—7  $\mu\text{m}$ ；外壁仅一层，表面光滑，相当厚实，赤道外壁厚约 9  $\mu\text{m}$ ，近极外壁以三射线为平分线，呈三叶片状减薄，远极外壁具一明显的圆形洞穴，最大穴径可达 40  $\mu\text{m}$ ；孢子深棕色。

## 龙华山大孢属 Genus *Longhuashanispora* Lu et Ouyang, 1978

**模式种** *Longhuashanispora commixta* Lu et Ouyang, 1978

**分布和时代** 中国云南沾益，中泥盆世。

### 杂饰龙华山大孢 *Longhuashanispora commixta* Lu et Ouyang

(图版 X, 图 3)

1978 *Longhuashanispora commixta*, 卢礼昌、欧阳舒, 74 页, 图版 II, 图 1—5。

**描述** 辐射对称三缝大孢子，赤道轮廓近圆形至圆形，最大赤道直径 215—241  $\mu\text{m}$ ；偶见褶皱，浅棕至棕色。

## 蜂窝状大孢属(新属) *Genus Favispora* (gen. nov.)

模式种 *Longhuahanispora reticuloides* Lu et Ouyang, 1978

**属征** 辐射对称三缝大孢子,赤道轮廓近圆形至长圆形;三射线清楚或不清楚(因唇遮盖)、具唇,但不强烈隆起,伴随三射线伸达赤道附近;弓形脊清楚、发育完全,其上纹饰通常较发育;以弓形脊为界的接触区清楚,区内纹饰减弱或退化;近极-赤道区和整个远极面具蜂窝状(或洞穴状)纹饰或结构,窝穴周围具小乳头状、长疣瘤状、或其他不规则瘤状和刺状等纹饰,分布致密,大小不一;外壁一层,中等厚;模式种大小幅度 280—375  $\mu\text{m}$ 。

**比较与讨论** 本新属是从 *Longhuasanispora* Lu et Ouyang (1978, 73—75 页)分离出来的。分离后的 *Longhuasanispora* 不再包含那些纹饰“基部彼此接触或连结呈不规则、不完全的网状纹饰”的某些分子(如 *L. reticuloides*) 在内,而仅限于“外壁纹饰由锥刺、钝刺和乳头状或圆瘤状凸起混合组成”的有关大孢子。因此,该两属的主要区别,则在于彼此纹饰的不同。

此外,本新属形态特征与加拿大晚泥盆世 *Verrucisporites* Chi et Hills (1976, p. 698, fig. 40) 也颇为接近,但后一属常具颈锥状隆起,并且以小块瘤状纹饰为主;与二叠纪的 *Maiturisporites* Maheshwari et Banerji (1975, p. 177) 也较接近,但该属孢子外壁为两层、具腔;此外,中生代形态属 *Horstisporites* Potonié (1956, p. 44), 其外壁虽然也具窝穴(或孔穴)状至网状结构,但不具明显的弓形脊。

**注释** 外壁蜂窝(或洞穴)状结构,在扫描电子显微镜下形状特殊,易于识别,而在透光显微镜下,其结构与网状纹饰异常相似,难以区分。

**分布和时代** 云南沾益龙华山、西冲等地,中泥盆世。

## 拟网蜂窝状大孢(新组合) *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)

(图版 II, 图 6, 7; 图版 VIII, 图 11; 图版 X, 图 4, 5; 插图 4)

1978 *Longhuashanispora reticuloides*, 卢礼昌、欧阳舒, 75 页, 图版 II, 图 6, 10。



插图 4 *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)

[参照卢礼昌、欧阳舒, 1978, 图版 II, 图 6 (cf. Lu and Ouyang, 1978, pl. II, fig. 6)]

**重新描述** 辐射对称三缝大孢子,赤道轮廓多呈宽圆三角形至近圆形,罕见正圆形,



侧面观，近极面低锥形，远极面半圆球形；最大赤道直径  $280(327)375\mu\text{m}$ （量 16 粒），全模标本  $367\mu\text{m}$ ；三射线常因唇遮盖而不清楚，唇发育、粗壮，微微突起，高约  $30\mu\text{m}$ ，向末端逐渐降低，至近末端高仅  $3\mu\text{m}$  或更低，近顶部宽约  $17.2\text{--}29.6\mu\text{m}$ ，表面光滑、半透明，伴随三射线伸达赤道附近，末端微微突起，两侧与弓形脊连结；弓形脊清楚、发育完全，基部宽  $9\text{--}14\mu\text{m}$ ，顶部呈脊背状突起，高约等于基宽，其上纹饰通常较粗、较长或呈双型纹饰；以弓形脊为界的接触区明显，区内纹饰显著减弱或退化；在扫描电子显微镜下，外壁具明显的蜂窝状或洞穴状结构，在透光显微镜下，则呈不规则的网状结构，在远极面尤其如此；穴口周围主要由似蠕瘤状的脊、长疣瘤状（或乳瘤状）和钝刺或锥刺状突起所组成，突起高  $4.9\text{--}9.4\mu\text{m}$ ，宽  $3\text{--}4\mu\text{m}$ ，穴口多呈不规则圆形或长圆形，穴径一般为  $4.7\text{--}14.0\mu\text{m}$ 、或更大（在远极面），穴底深约  $2\text{--}4\mu\text{m}$ ；有时还可见穴内有穴和穴内（穴壁或穴底）具刺，高约  $1\text{--}2\mu\text{m}$ （如图版 X，图 5）；外壁中等厚，约  $7.8\text{--}10.9\mu\text{m}$ ，或具次生褶皱；浅棕至深棕色。

**注释** 扫描电镜图片表明：孢子外壁具明显的蜂窝状或洞穴状结构，以及穴口周围具各种瘤状或刺状突起纹饰，但在透光显微镜下，上述特征明显地显示为“锥刺和圆瘤状凸起，基部彼此接触或连结呈不规则、不完全的网状纹饰”（卢礼昌、欧阳舒，1978，75 页）；同时还表明，以弓形脊为界的接触区表面也并非光滑无纹饰，而是纹饰显著减弱或退化。

#### 致密蜂窝状大孢（新属、新种）*Favispora conferta* (gen. et sp. nov.)

（图版 II，图 8，9；图版 VIII，图 1）

**种征** 辐射对称三缝大孢子，赤道轮廓近圆形至长圆形，最大赤道直径常大于极轴长，约  $227.8(306.6)342.9\mu\text{m}$ （量 34 粒），全模标本  $340.2\mu\text{m}$ ，副模标本  $350.5\mu\text{m}$ ；三射线直、具唇，最宽约  $10\mu\text{m}$ ，微微突起，伸达赤道附近；弓形脊清楚、发育完全、其上纹饰不很发育；以弓形脊为界的接触区明显，区内纹饰显著减弱或很不显眼；接触区以外的外壁蜂窝状结构，尤其赤道区，更不规则、更不明显，穴径甚小，仅  $1\text{--}2\mu\text{m}$ ，较大者也小于  $6\mu\text{m}$ ，而穴口周围突起的瘤脊，则较粗壮，其宽常大于穴径长；外壁相对较薄，厚约  $4.7\text{--}6.2\mu\text{m}$ ，常具次生褶皱，棕至深棕色。

其余特征如同本文重新描述的 *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang)(comb. nov.)。

#### 长形巢穴大孢（新属、新种）*Favispora langa* (gen. et sp. nov.)

（图版 IX，图 1—4，7—9）

**种征** 辐射对称三缝大孢子，赤道轮廓凸边三角形至近圆形，最大赤道直径  $182.7(269.1)330.2\mu\text{m}$ （量 16 粒），全模标本  $315.9\mu\text{m}$ ，副模标本  $224.7\mu\text{m}$ ；侧面观，近极面锥形，远极面半圆球形或更强烈突出，致使极轴长常大于赤道直径，三射线清楚或不清楚（因唇覆盖），唇微微突起，顶部高  $32.5\text{--}45\mu\text{m}$ ，近末端较低、较窄，一般宽  $31.2\text{--}40.6\mu\text{m}$ ，表面光滑、微弯曲、末端常见突起，伸达赤道附近，并与弓形脊连结；弓形脊清楚，发育完全，常呈脊背状微微突起；以弓形脊为界的接触区清楚，区间纹饰明显减弱或退化，接触区以外的外壁洞穴状结构较明显（图版 IX，图 4），穴口近圆形或不规则圆形，典型穴径  $4.9\text{--}6.2\mu\text{m}$ ，其余特征如同 *Favispora conferta* (gen. et sp. nov.)。

**比较** 本新种与 *Favispora conferta* (gen. et sp. nov.) 最为接近,但后者赤道直径常大于极轴长,且近极面,尤其三小接触区常微微内凹,同时外壁常具次生褶皱。

### 近圆巢穴孢(新属、新种) *Favispora rotunda* (gen. et sp. nov.)

(图版 IX, 图 5, 6, 10—12)

**种征** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓多呈近圆形,最大赤道直径 187.2 (228.3) 249.6  $\mu\text{m}$  (量 24 粒),全模标本 215.2  $\mu\text{m}$ ,副模标本 210.9  $\mu\text{m}$ ;三射线常因唇遮盖而不清楚,唇发育,宽约 6—11  $\mu\text{m}$ ,光滑、透明,弯曲或高低不平,微微突起,朝射线末端略略变窄,变低,一般高 9—19.5  $\mu\text{m}$ ,伴随射线伸达赤道或赤道附近;三射线顶部或具近圆形深色(加厚)区;弓形脊清楚,较发育,其上纹饰较单一,多为钝刺状突起,较密、较大、基宽(略大于高)可达 10  $\mu\text{m}$  以上,彼此连接、延伸,甚者呈假环状,其宽(纹饰突起除外)可达 3.9—11  $\mu\text{m}$ ;以弓形脊为界的接触区近圆形,等于或几乎等于近极面,区内纹饰主要由刺状突起组成,分布较稀,基部彼此常不连结,宽约 1.5—3  $\mu\text{m}$ ,突起高常大于基宽,顶端钝尖、钝凸,罕见锐尖;其余外壁纹饰由不规则圆瘤、锥瘤或锥刺等组成,突起之间,外壁具洞穴或蜂窝状结构,在透光显微镜下呈不规则网状结构,并通常在近极-赤道区更为显著;穴口近圆形或不规则圆形,穴径最大可达 8  $\mu\text{m}$  左右,穴底较深;外壁厚实(不可量),褶皱罕见,棕至深棕色。

### 具饰楔环孢属 Genus *Camarozonotriletes* Naumova 1935 ex Ishchenko, 1952 emend. Potonie, 1958

**模式种** *Camarozonotriletes devonicus* Naumova, 1953 (Potonié, 1958)。

**注释** 按此属原定义,本属既包括外壁光面的分子,又包括外壁具纹饰(颗粒和小瘤)的分子。近来,McGregor 和 Camfield (1982, p. 22) 也持此见,并认为 Potonié (1958) 为该属指定的模式种 *C. devonicus* Naumova (1953, p. 89, pl. 14, fig. 9) 虽然图上绘有纹饰,但在原属征里, *C. devonicus* Naumova 的外壁被描述为光面的。此处,即使不探讨这种文字与绘图相互矛盾的可能原因是什么,笔者仍然倾向认为:在条件允许的情况下,将外壁无纹饰的和具纹饰的分子,分别归属仍是可取的。因此,本文仍将具类似带环而表面光滑的分子归入 *Rotaspora* Schemel (1950),而置于 *Camarozonotriletes* 属名下描述的分子,则全具纹饰。

**分布和时代** 欧洲、中国,主要为泥盆纪至石炭纪。

### 微粒具饰楔环孢 *Camarozonotriletes microgranulatus* Lu, 1981

(图版 XXI, 图 18, 19)

1981 *Camarozonotriletes microgranulatus*, 卢礼昌, 111 页,图版 VII, 图 8—9。

**描述** 具环三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,最大赤道直径 39 (43.3) 46.8  $\mu\text{m}$ , (量 5 粒);黄棕至浅棕色。

**比较** 当前种的形态特征,与本文描述的 *Anapiculatisporites dilutus* Lu 似乎很相似,但明显不同的是,后者不具环;与 *Apiculiretusispora densus* (sp. nov.) 也颇相似,但它的近



极-赤道区外壁较厚,是因弓形脊所在,致使外壁略有增厚,而不是外壁延伸所成的带环。

### 凸边具饰楔环孢(新种) *Camarozonotriletes convexus* (sp. nov.)

(图版 XXII, 图 12—15)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近三角形,最大赤道量度 21.8 (26.9)31.2  $\mu\text{m}$  (量 24 粒);三射线清楚,具唇或顶部加厚并呈一小三角形暗色区,或顶部开裂并呈一小三角形较亮区(如图版 XXII,图 13),伸达带环内缘或带环外缘附近;带环宽度不一致:辐间区最宽,约 4—5  $\mu\text{m}$ ,向两侧逐渐变窄,至辐射区(角顶)最窄,仅 2—3  $\mu\text{m}$  或更窄;外壁表面具颗粒至小锥刺状纹饰,主要分布在远极面和赤道(辐间区)边缘,相当稀疏,基部圆,直径 2—2.5  $\mu\text{m}$ ,高常小于基宽,约 1.5  $\mu\text{m}$  或更低,在赤道轮廓线上反映也不一致;辐射区较微弱,甚至不见,辐间区较明显,边缘突起约 9—21 粒;近极表面光滑;罕见褶皱,浅棕至深棕色;全模标本 31.2  $\mu\text{m}$ 。

**比较** 本新种的纹饰形态,与北极加拿大 (Melville Island) 中泥盆世(吉维特期)的 *Camarozonotriletes parvus* Owens (1971, p. 40) 极为相似,但后者的纹饰粒度更小(粒径仅约 0.5  $\mu\text{m}$ ,高一般小于 1  $\mu\text{m}$ ),而密度则更大,同时还包括部分赤道轮廓呈凹边三角形的分子在内;与俄罗斯地台晚泥盆世早期的 *Camarozonotriletes devonicus* Naumova (1953, pl. XIV, fig. 9a) 也非常接近,但后者纹饰分布更致密,突起更明显。

### 三角形具饰楔环孢(新种) *Camarozonotriletes triangulatus* (sp. nov.)

(图版 XXIX, 图 9, 10)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓明显三角形,三边直至微微外凸,角顶钝凸或平凸;最大赤道量度,35.9 (38.4)43.7  $\mu\text{m}$  (量 5 粒),全模标本 43.7  $\mu\text{m}$ ;三射线清楚,微弯曲,唇发育、粗壮、光滑透明,宽度基本均匀,一般宽 2—7  $\mu\text{m}$ ,伸达赤道边缘或附近;外壁具细颗粒或小刺状纹饰,主要限于远极面和近极辐射区赤道边缘,分布均匀、致密,但基部彼此常不接触,粒径约 1—1.5  $\mu\text{m}$ ,高约 0.5  $\mu\text{m}$ ,小刺基部宽常不足 1  $\mu\text{m}$ ,高约 1—1.5  $\mu\text{m}$ ,近极外壁表面无纹饰;极面观,纹饰在辐间区边缘反映较明显,在辐射区(角顶)反映较微弱或缺失;带环在轴间区较宽,约 3—4.7  $\mu\text{m}$ ,在辐射区较窄,约 1.5—3  $\mu\text{m}$ ,或更窄;某些标本,带环内缘界限不甚清楚,但带环颜色较相邻部分略深(较厚?);外壁较薄,仅 1—1.5  $\mu\text{m}$  厚,罕见褶皱,棕黄至浅棕色。

**比较** 当前新种与下列各种的主要区别在于: *Camarozonotriletes microgranulatus* Lu (卢礼昌, 1981), 轮廓为宽圆三角形或近圆形,三射线不完全清楚,近极中央区外壁常呈小三角形加厚区;本文描述的 *C. convexus* (sp. nov.) 孢子明显较小(仅 21.8—31.2  $\mu\text{m}$ ),有的标本也具小三角形加厚区。

**注释** 按定义,归入 *Camarozonotriletes* Naumova emend. Potonié (1958) 属内的分子,它们的带环在三射线末端前强烈变窄,甚至脱落,但在上述新种的标本中,这种反映并不强烈,这或许是由于孢子赤道轮廓本身呈明显的三角形所致,或许它的归属问题还有待讨论。

## 瘤环孢属 Genus *Lophozonotriletes* Naumova emend. Potonié 1958

**模式种** *Lophozonotriletes lebedianensis* Naumova, 1953 (由 Potonié 1958 指定的)

**属征** 辐射对称具环三缝小孢子, 三射线伸达带环; 孢子外壁, 尤其带环由不完全分离的块瘤等纹饰组成, 纹饰在接触区较稀、较弱, 在带环上, 大小不一致; 模式种大小 40—75  $\mu\text{m}$ 。

**比较** 归入本属的分子是以“带环+块瘤”为特征的。因此, 仅有块瘤而无带环的分子(常放在 *Verrucosisporites* 属名下描述)不在其列; 但下列描述(或记载)的各已知种, 除块瘤纹饰外, 还包括具棒瘤等纹饰的分子, 事实上, Potonié (1958) 为 *Lophozonotriletes* 指定的模式种 *Lophozonotriletes lebedianensis* Naumova (1953, pl. II, fig. 21) 也显示出, 具棒瘤成分的存在, 虽然在他的文字描述中未提及。因此该属与仅具棒瘤而无带环的形态属, 即 *Neoraistrickia* 和 *Raistrickia* 又有显著差异。然而, Richardson 和 Ioannides (1973, pp. 279—282) 在将具带环和有块瘤与棒瘤的孢子归入 *Lophozonotriletes* 属时, 都带有疑问号“?”以示保留。他们认为, Potonié 指定的那个作为模式种 *Lophozonotriletes lebedianensis* Naumova (1953) 的素描图, 虽然在赤道区显示出密集的块瘤和棒瘤状的纹饰成分, 但没有显示出确切的带环。但他们又承认, 在人们通常应用中, *Lophozonotriletes* 属既具有发育良好的赤道带环, 又在远极面和赤道区具有以块瘤为主的纹饰。实际上, 现今, 大多数的晚古生代孢粉学者, 都沿用这一概念, 即“带环+块瘤”为 *Lophozonotriletes*。

笔者 1981 年曾介绍 Potonié (1958) 对 *Lophozonotriletes* 的修订属征, 但不曾注意到他稍后 (1966) 对本属的重述的特征中, 提及其纹饰应为块瘤而非锥刺, 且在赤道连成环(从原模式图看, 显然还有棒瘤成分)。

**分布和时代** 世界各地, 主要为中、晚泥盆世。

## 冠状瘤环孢 *Lophozonotriletes cristifer* (Luber) Kedo, 1957

(图版 XXV, 图 5, 6)

1941 *Axonotriletes cristifer*, Luber and Waltz, p. 139, pl. I, fig. 10.

1957 *Lophozonotriletes cristifer*, Kedo, p. 32, pl. IV, fig. 15.

1971 *Anisozonotriletes cristifer*, Byvsheva, pp. 100—105.

1978 *Lophozonotriletes cristifer*, Turnau, p. 14, pl. IV, fig. 15.

1978 *Lophozonotriletes cristifer*, Clayton et al., p. 138, pl. I, fig. 12.

1979 *Cyrtaspora cristifer*, Variant A, Van der Zwan, p. 3, pl. II, figs. 1—5; pl. III, figs. 7, 8.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓常因外壁不规则加厚而不定形, 最大赤道量度 51.5—76.4  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚至可见、简单或微具唇、有时开裂, 略小于中央区半径长; 近极中央区轮廓近三角形至近圆形, 区内外壁较薄; 表面光滑, 具点状结构; 中央区以外的外壁常具局部加厚或突起, 形态多变, 其最大厚度或在赤道局部或在远极局部, 厚度(或突起高)常大于基部宽, 可达 9.4—17.2  $\mu\text{m}$ , 表面, 尤其突起顶部常具小疣瘤状突起物; 在某些标本上, 除局部加厚外, 还具次一级的外壁加厚, 并常伴随有形状和大小各不相同的刺、棒或其他纹饰突起; 罕见褶皱, 浅棕至深棕色。

**比较与讨论** 本种与 *Archaeozonotriletes orbiculatus* (sp. nov.) 形态特征有某些相似,



但两者的差异更为突出：前者最大加厚部分的形态多变，表面常具小疣瘤状突起物，而后两者强烈加厚(突起)的形状较“稳定”和规则，常呈半圆球形或超半圆球形，表面光滑、不具纹饰，因此两者归属不同。

最初 Luber 和 Waltz(1941)将具上述特征的苏联 Timan 地区晚泥盆世的分子归入 *Azonotriletes cristifer*，后来，不同的作者，甚至相同的作者，如 Luber (1941) 把与其形态相同的分子，分别或先后归入 *Lophozonotriletes*, *Tholisporites*, *Anisozonotriletes* 和 *Cyrtaspora* 等属；目前，较多的孢粉学者倾向将这类标本归入 *Lophozonotriletes* 中。新近，Van der Zwan (1979, p. 3) 又将 *Lophozonotriletes cristifer* 新组合为 *Cyrtaspora cristifer*，并相应地修订了种征，区分出两变种，即变种 A：远极加厚非常强烈，形成“长而窄”的延伸；变种 B：远极加厚较弱，形成“短而宽”的突起。很显然，Van der Zwan (1979) 不认为这类孢子具环。本文所描述的标本表明，强烈突起位于远极面的分子，具环不明显，强烈突起位于赤道附近(或局部)的分子，环较明显，但环的宽度很不均一，而且宽窄相差甚大，窄处对宽处而言，甚至可忽略不计；然而，这类标本的带环又较明显地存在着，因此，笔者认为与其将这些分子归入任何无环属，还不如将其归入 *Lophozonotriletes* 更为妥当。

### 棒状瘤环孢 *Lophozonotriletes baculiformis* Lu, 1981

(图版 XX, 图 1, 2)

1981. *Lophozonotriletes baculiformis*, 卢礼昌, 112 页, 图版 VII, 图 15, 16。

孢子赤道轮廓常呈不规则圆形，最大赤道直径  $56(61.1)72\ \mu\text{m}$  (量 6 粒)；棒瘤基部较粗，宽  $7-20\ \mu\text{m}$ ，顶部微微膨胀，高  $7-13\ \mu\text{m}$ ；带环宽窄不一，一般宽  $3.9-7.8\ \mu\text{m}$ ；红棕至浅棕色。

**注释** 具有类似纹饰而不具带环的分子归入 *Raistrickia levis* Lu 或 *Raistrickia incompleta* Lu (卢礼昌, 1981)，由于带环主要是由赤道纹饰分子的基部彼此组成，所以带环的宽窄常随纹饰的稀或密而变化；归入当前种的某些分子，其带环局部或较窄，但并不等于这类分子不具环。

### 多形瘤环孢(新组合) *Lophozonotriletes polymorphus*(Naumova)(comb. nov.)

(图版 XX, 图 3, 4)

1953 *Archaeozonotriletes polymorphus*, Naumova, p. 78, pl. XI, figs. 19-21.

**描述** 小孢子，赤道轮廓近三角形至不规则圆形，最大赤道量度  $56(60.6)68.6\ \mu\text{m}$  (量 5 粒)；三射线清楚、简单或开裂，伸达带环内缘；带环明显、厚实，但宽窄不一，一般宽为  $3.9-6.2\ \mu\text{m}$ ，最宽可达  $10.9-17.2\ \mu\text{m}$ ；外壁纹饰以低矮的锥瘤状突起为主，分布稀疏，大小不等，表面光滑，基部较宽，约  $12.5-17.2\ \mu\text{m}$ ，向顶部逐渐变窄，至顶端钝凸，突起高  $4.7-6.2\ \mu\text{m}$ ，赤道纹饰较集中，或局部明显集中，基部彼此延伸、并连接成带；近极面纹饰显著减弱；近极中央区外壁较带环薄(亮)；赤道轮廓线呈不规则粗锯齿状，边缘突起约  $9-12$  枚；外壁厚度常不可量，棕色至深棕色。

**注释** 本种的鉴定，主要是依据 Naumova (1953) 的同种标本的描图 (pl. XI, figs.

19—21) 所显示的特征;原先笔者(1981)归入 *Lophozonotriletes curvatus* Naumova (1953) 种名下描述的标本,其形态特征与当前种十分相似,或可归入当前种。

**蒂曼瘤环孢(新组合) *Lophozonotriletes timanicus* (Naumova)  
(comb. nov.)**

(图版 XX, 图 5, 6, 12)

1953 *Archaeozonotriletes timanicus*, Naumova, p. 81, pl. XII, fig. 14.

1982 *Archaeozonotriletes timanicus*, McGregor and Camfield, p. 20, pl. III, fig. 15.

**描述** 小孢子,赤道轮廓不规则圆形,最大赤道量度  $68.6(72.6)78\ \mu\text{m}$  (量 6 粒);三射线清楚或不完全清楚(如图版 XX, 图 5),简单、伸达带环内缘;带环宽度不均匀,局部(纹饰较粗大或较集中处)宽可达  $7.8\text{--}11.1\ \mu\text{m}$ ,或更宽(达  $30\ \mu\text{m}$ ),一般宽约  $4\text{--}5.5\ \mu\text{m}$ ;外壁厚度在同一标本上常多变,最大厚度常在赤道或赤道附近,局部厚可达  $17.2\text{--}25\ \mu\text{m}$ ,赤道-近极外壁较薄,厚  $2.3\text{--}5\ \mu\text{m}$ ;纹饰主要由大锥刺或锥瘤状突起组成,分布不均,大小和形状多变,一般基宽  $6\text{--}9\ \mu\text{m}$ ,高约  $5\text{--}7\ \mu\text{m}$ ,顶端多半钝尖,较大基宽可达  $13\text{--}23\ \mu\text{m}$ ,高  $11\text{--}19\ \mu\text{m}$ ,顶端形态多不规则,且较毛糙;三射线区纹饰显著减弱或缺失;赤道轮廓线呈不规则锯齿状,突起  $15\text{--}21$  枚;罕见褶皱,浅棕至深棕色。

**比较** 本种与 *Lophozonotriletes polymorphus* (Naumova) (comb. nov.) 较为近似,但后者纹饰以低矮的锥瘤状突起为主,分布稀疏(边缘突起  $9\text{--}12$  枚);基部较宽( $12.5\text{--}17.2\ \mu\text{m}$ ),纹饰形态与本文描述的 *Apiculatisporites abditus* 也非常相似,但后者孢子不具赤道带环。此外,McGregor 和 Camfield (1982) 置于 *Archaeozonotriletes timanicus* 种名下描述的部分图照(pl. III, fig. 15)与本文描述的新组合种极为相似。

**不规则瘤环孢(新种) *Lophozonotriletes irregularis* (sp. nov.)**

(图版 II, 图 10; 图版 XVII, 图 1—3, 10)

**种征** 小孢子,赤道轮廓常因外壁不规则加厚而不定形,最大赤道量变  $67.1(83.1)98.3\ \mu\text{m}$  (量 17 粒),全模标本  $82.7\ \mu\text{m}$ ;三射线可见至清楚,简单、直,伸达带环内缘;外壁一层或两层,内层较薄,厚约  $1.5\ \mu\text{m}$ ,具内点状或内颗粒状结构,常与外层紧贴,由其形成的内孢体赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,直径  $42.1\text{--}56.2\ \mu\text{m}$ ;外层(或外壁)不规则栎状加厚明显,其厚度、宽度、形态均变化不定,标本最大厚度位置常见于赤道一侧或赤道-远极局部,突起高(即最大厚度)常小于内孢体(或中央区)直径长,一般在  $23\text{--}40.6\ \mu\text{m}$  之间,基部宽常大于突起高,但小于突起顶宽;加厚部分呈厚块状、不规则,表面具齿状或齿瘤状和不规则凸起纹饰(偶见少数大锥刺或钝锥刺挤入其间),分布稀疏或致密,齿状纹饰,在同一标本上高度近乎一致,高约  $11\text{--}15\ \mu\text{m}$ ,两侧接近平行,宽约  $5\text{--}11\ \mu\text{m}$ ,透明、表面光滑、顶端平截;带环,即使在同一标本上,厚薄和宽窄都很不一致,变化幅度可达  $6\text{--}40.6\ \mu\text{m}$ ,因此,极压标本带环,常呈偏心状,环外缘常常一部分圆滑、另一部分呈不规则齿状;外壁罕见褶皱,棕色至深棕色。

**比较** 本新种与 *Lophozonotriletes cristifer* 有某些相似,但后者突起基部宽常大于顶部宽,而小于突起高;归入 *Archaeozonotriletes variabilis* 的部分标本,也具类似厚块状加厚,



但其表面光滑,无纹饰。

另外,笔者早先描述的 *Archaeozonotriletes variabilis* 部分标本(1980b,图版 V,图 3,4)与其更为接近,现将其改归当前新种似较合适。

### 乳头状瘤环孢(新种) *Lophozonotriletes mamillatus* (sp. nov.)

(图版 XXI, 图 6; 图版 XXV, 图 3)

**种征** 小孢子,赤道轮廓近圆形或不规则圆形,最大赤道直径 46.8 (51)54.6  $\mu\text{m}$ (量 4 粒),全模标本 54.6  $\mu\text{m}$ ;三射线可见,简单、微弱、伸达带环内缘;带环较窄,且宽度不一,一般宽 3.1—9.4  $\mu\text{m}$ ;三射线区外壁较薄,表面无纹饰,其余外壁具小疣瘤(或乳头)状突起,分布相当稀疏,其间距常远远大于纹饰本身的基部宽;纹饰基部较窄,呈短茎状突起,宽约 7.8  $\mu\text{m}$  (或稍大),突起高 6.2—10.9  $\mu\text{m}$ ;外壁表面光滑至微粗糙,或具点状内结构,罕见褶皱;某些标本,外壁局部虽具不规则加厚,但甚薄,且不明显;绕赤道轮廓线突起 4—9 枚;黄棕至深棕色。

**比较** 本新种外壁具疣瘤状或乳头状纹饰,且分布相当稀疏;此特征与 *Pustulatisporites* Potonié et Krempf emend. Imgrund (1960) 极为相似,但后者为无环三缝孢子;与 *Lophozonotriletes* 各已知种的差别,则在于其纹饰分散、稀疏以及外壁局部加厚甚薄或不明显等。

### 块状瘤环孢(新种) *Lophozonotriletes verrucosus* (sp. nov.)

(图版 XIX, 图 13; 图版 XXI, 图 7, 10)

**种征** 小孢子,赤道轮廓近圆形或不规则圆形,最大赤道直径 56.2 (59.1)65.5  $\mu\text{m}$ (量 11 粒),全模标本 56.2  $\mu\text{m}$ ;三射线通常清楚,简单、直,偶见末端具小分叉,伸达带环内缘或附近;带环由不完全连结的块瘤组成,其宽窄和厚薄不尽相同,一般宽为 3.9—9.4  $\mu\text{m}$ ;外壁表面纹饰主要由大块瘤组成,分布较稀,不均匀,大小不等,基部宽约 5.5—10.9  $\mu\text{m}$ ,常大于突起高,顶端平圆或宽圆,表面光滑;某些标本,常具极少数大锥刺或锥瘤,其间并具窄脊;近极面,尤其三射线区,纹饰显著减弱或缺失,外壁厚约 1.6—2.0  $\mu\text{m}$ ;赤道轮廓线呈不规则宽波状,边缘凸起 7—9 枚;棕至深棕色。

**比较** 本新种外壁纹饰以块瘤为主,它与下列各种的区别在于: *Lophozonotriletes baculiformis* Lu (卢礼昌, 1981) 以棒瘤纹饰为主; *Lophozonotriletes polymorphus* (Naumova) (comb. nov.) 以低矮的锥瘤状突起为主。

### 窄环孢属 Genus *Stenozonotriletes* Naumova 1939 ex Naumova, 1953 emend. Potonié, 1958

**模式种** *Stenozonotriletes conformis* Naumova 1953

**分布和时代** 世界各地,晚古生代。

### 光亮窄环孢 *Stenozonotriletes clarus* Ischenko

(图版 XVI, 图 1)

1980b *Stenozonotriletes clarus*, 卢礼昌, 23 页, 图版 VII, 图 1。

**描述** 三缝小孢子, 赤道轮廓宽圆三角形至近圆形, 最大赤道直径 48 (55.8) 67  $\mu\text{m}$  (量 5 粒); 带环较窄, 宽仅 3.9—5.5  $\mu\text{m}$ 。

### 冠瘤具环孢属 Genus *Samarisporites* Richardson, 1965

**模式种** *Samarisporites orbcadensis* (Richardson) Richardson, 1965

**注释** 笔者 (1981b) 曾将该属归入“膜环系”, 并译成“冠瘤膜环孢属”, 其下属各种也相应地译为“……膜环孢”。现觉不安, 并改归“具环系”, 所属种名也改译“……具环孢”, 特此修正。

**分布和时代** 欧美各国和中国, 中、晚泥盆世。

### 三角冠瘤具环孢 *Samarisporites triangulatus* Allen, 1965

(图版 VIII, 图 8—10),

1965 *Samarisporites triangulatus*, Allen, p. 716, pl. 99, figs. 1—6.

1979 *Samarisporites triangulatus*, McGregor, pp. 34—35, pl. III, fig. 11.

1980 *Samarisporites triangulatus*, Loboziak and Streel, pl. II, figs. 3, 4.

1980b *Samarisporites triangulatus*, 卢礼昌, 27 页, 图版 VIII, 图 5, 10.

1981 *Samarisporites triangulatus*, Higgs and Russell, p. 33, pl. V, figs. 1—4.

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓多呈锐角三角形, 最大赤道量度 63.2 (67.4) 71.8  $\mu\text{m}$  (量 5 粒); 内孢体赤道轮廓宽圆三角形至近圆形, 大小 48.4 (54.1) 57.7  $\mu\text{m}$ ; 环在辐射区(角顶部)较宽, 约 9.4—14  $\mu\text{m}$ , 辐间区(边中部)较窄, 仅 3—4.9  $\mu\text{m}$ ; 远极中央区纹饰为不规则圆瘤(顶部或具小刺)至锥刺状纹饰, 分布致密, 基部或彼此接触; 带环边缘具稀疏的长刺-棒刺纹饰, 刺干两侧近于平行, 宽约 1  $\mu\text{m}$ , 高 1.5—3  $\mu\text{m}$ ; 环棕黄色, 孢体浅棕至棕色。

表 2 有关 *Samarisporites triangulatus* Allen 在世界各地的分布及其时代  
(Stratigraphic and geographic ranges of *Samarisporites triangulatus* Allen in the world)

| 作 者                          | 产 地      | 时 代           | 相当分子或时代                 |
|------------------------------|----------|---------------|-------------------------|
| Allen (1965)                 | 西斯匹次卑尔根岛 | (?) 吉维特期      |                         |
| Allen (1967)                 | 西斯匹次卑尔根岛 | 吉维特期          |                         |
| Taugourdeau-Lantz (1967)     | 法国       | 中弗拉斯期         | <i>S. euglyphus</i>     |
| Mortimer and Chaloner (1971) | 英国       | 吉维特期          | 包含: <i>S. euglyphus</i> |
| Streel (1972)                | 比利时      | 早弗拉斯期         |                         |
| Clayton and Grabam (1974)    | 爱尔兰      | 吉维特或弗拉斯期      |                         |
| Richardson (1974)            | 俄罗斯地台    | 晚吉维特期         |                         |
| McGregor (1979a)             | 北美       | 吉维特到弗拉斯期(?)   |                         |
| Loboziak and Streel (1980)   | 法国       | 早、中吉维特期、早弗拉斯期 |                         |
| 卢礼昌 (1980b)                  | 中国       | 中泥盆世晚期        | 相当于吉维特期                 |
| Loboziak and Streel (1981)   | 法国       | 弗拉斯期或法门期      |                         |
| Higgs and Russell (1981)     | 爱尔兰      | 早弗拉斯期         |                         |
| 卢礼昌(本文)                      | 中国       | 中泥盆世晚期        | 相当于吉维特期                 |

**注释** 本种的地理范围较宽广, 并具一定的时代意义, 特别是对中、晚泥盆世地层的



划分与对比有着指示作用。早先,主要见于欧、美各国的中泥盆世晚期(吉维特期)和晚泥盆世早期(弗拉斯期)地层中;在我国西南,也见于吉维特期。现将 *S. triangulatus* 及与其相当的分子在世界各地分布概况统计如表 2。

### 异瘤冠瘤具环孢 *Samarisporites heteroverrucosus* Lu, 1980

(图版 XX, 图 7, 8)

1980b *Samarisporites heteroverrucosus*, 卢礼昌, 27 页, 图版 VIII, 图 6, 8, 9。

**描述** 辐射三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形至圆形, 最大赤道直径 87.4 (100.6) 110.8  $\mu\text{m}$  (量 5 粒); 唇发育, 宽约 5  $\mu\text{m}$ ; 环宽 6.2—10.2  $\mu\text{m}$ 、较薄、呈棕黄色; 外壁较厚实, 棕至深棕色。

**比较** 当前种与本文描述的 *Samarisporites triangulatus* 主要差别, 在于后者带环宽度不均一, 即辐射区较宽, 辐间区较窄。

### 腰环孢属 Genus *Cingulizonates* Dybová et Jachowicz emend.

Butterworth, Smith et Staplin, 1964

**模式种** *Cingulizonates tuberosus* Dybova et Jachowicz, 1956

**属征** 辐射对称具环三缝孢子, 赤道轮廓凸边三角形至近圆形; 三射线清楚, 细弱, 伸达带环内缘; 外壁两层: 内层薄, 光滑、较单一, 外层较复杂——近极中央区较薄, 光面至具细小纹饰, 中央区周围(带环内侧部分)明显较厚、并高起, 或有时具泡穴状 (vacuolate) 内结构, 带环(近极面)外侧部分较内侧部分低矮, 或有时具纹饰, 显微切片表明: 带环外侧部分逐渐变尖并相当薄; 外层远极面具纹饰, 但中央区纹饰(常为颗粒或块瘤)通常与带环上纹饰不同。

**比较与讨论** Dybová 和 Jachowicz (1957, p. 170) 建立本属的实意, 旨在将明显具双型带环(内侧部分厚实, 外侧部分单薄)的分子与 *Densosporites* 的分子相区别。虽然他们的定义有点过于简单, 但经 Butterworth, Smith 和 Staplin 等人将 *Cingulizonates* 和 *Densosporites* 两属定义修订后, 在人为的形态分类中, 其实用价值仍是可取的。

**分布和时代** 主要见于北半球各国, 晚古生代。

### 海绵状腰带孢(新种) *Cingulizonates spongiformis* (sp. nov.)

(图版 XI, 图 7; 图版 XVI, 图 14—16)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓凸边三角形至近圆形; 最大赤道量度 107.6 (121.3) 132.6  $\mu\text{m}$  (量 6 粒); 全模标本 110.8  $\mu\text{m}$ , 副模标本 126.4  $\mu\text{m}$ ; 三射线常不清楚或仅可识别, 伸达内孢体边缘; 外壁两层: 内层较薄, 厚约 1.5—2  $\mu\text{m}$ , 表面光滑, 由其形成的内孢体界限不清楚, 可见者, 赤道轮廓与孢子的近乎一致, 大小 87.8—98.3  $\mu\text{m}$ , 外层相当厚实(常不可量), 表面至少远极面和带环边缘具细小的刺粒状纹饰, 分布致密、不规则, 纹饰基部宽常小于 1  $\mu\text{m}$ , 凸起高(环缘上)约 1—1.5  $\mu\text{m}$ ; 带环内侧部分略宽, 朝辐射方向逐渐变薄(亮), 致使整个带环呈明显的双型环, 带环宽约 11—20  $\mu\text{m}$ , 常大于相应的内孢体半径的 1/4, 边缘呈微弱和不规则细锯齿状; 孢子浅棕至深棕色。

**比较** 本新种与加拿大早石炭世的 *Cingulizonates landessi* (Staplin) Staplin et Jansonius (1964, p. 106) 有某些近似, 但差异更显著: 后者个体明显较小 (60—73  $\mu\text{m}$ ), 内孢子界限较清楚。

**套环孢属 Genus *Densosporites* Berry emend. Butterworth,  
Jansonius, Smith et Staplin, 1964**

**模式种** *Densosporites convensis* Berry, 1937

**分布和时代** 世界各地, 主要见于中、晚泥盆世至石炭纪。

**环状套环孢 *Densosporites anulatus* (Loose) Smith et Butterworth, 1967**

(图版 XV, 图 13)

1932 *Sporonites anulatus*, Loose in Pot. et al., p. 457, pl. XVIII, fig. 44.

1944 *Densosporites anulatus*, Schopf et al., p. 40.

1956 *Anulatisporites anulatus*, Potonié and Kremp, p. 112, pl. XVII, figs. 365—372.

1967 *Densosporites anulatus*, Smith and Butterworth, p. 239, p. XIX, figs. 5, 6.

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径 39  $\mu\text{m}$ ; 三射线清楚、简单, 顶部似具暗色区, 射线至少伸达带环内缘; 带环厚实, 宽度均匀, 宽 7.2—8  $\mu\text{m}$ , 约为孢子直径的 1/5, 表面光滑; 外壁两层, 内层较薄, 厚约 1.5  $\mu\text{m}$ ; 外层略厚 (不可量), 表面无纹饰, 浅棕至棕色。

**比较** 本种外壁光滑无纹饰与在四川渡口晚泥盆世的 *Densosporites crassus* (卢礼昌, 1981, 108 页) 接近一致, 但后者个体较大 (67—78  $\mu\text{m}$ ), 带环宽度不均匀 (辐射区较辐间区略厚)。

**锥刺套环孢 (新种) *Densosporites conicus* (sp. nov.)**

(图版 V, 图 19, 20; 图版 XI, 图 9; 图版 XXVII, 图 10)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形至圆形, 侧面观, 近极面略微内凹, 远极面强烈鼓出, 最大赤道直径 48.4 (53.1) 56.2  $\mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本 54.6  $\mu\text{m}$ , 副模标本 53.8  $\mu\text{m}$ ; 三射线清楚至可识别, 柔弱、直, 伸达带环边缘; 外壁由两层组成, 内层较薄 (厚约 1  $\mu\text{m}$ ), 表面光滑, 由其形成的内孢子轮廓与孢子赤道轮廓接近一致, 直径 28.1—34.3  $\mu\text{m}$ , 外层较厚, 约 2—3  $\mu\text{m}$ , 远极表面具锥刺状纹饰, 并在赤道区较粗壮, 极面观, 呈辐射状排列, 分布稀疏, 或基部彼此连结, 甚者连结成脊, 基宽 4—8.6  $\mu\text{m}$ , 突起高 3—4.7  $\mu\text{m}$ , 顶端钝凸; 近极表面 (包括环面) 光滑或具细柔的刺-粒状突起 (高约 0.5  $\mu\text{m}$ ); 带环厚薄不均, 通常内侧部分较外侧部分略厚 (颜色相应地由内向外逐渐变浅), 带环宽度较均匀, 宽 7.8—10.9  $\mu\text{m}$ , 边缘微凹凸不平或参差不齐; 罕见褶皱, 浅黄棕至深棕色。

**比较** 与本文描述的 *Densosporites anulatus* 的主要区别在于后者外壁表面光滑、无纹饰。

**整环孢属 Genus *Cingulatisporites* Thomson in Thomson et  
Pfluy emend. Hiltman, 1967**

**模式种** *Cingulatisporites levispeciosus* Pfluy in Th. et Pfl., 1953



**注释** *Cingulatisporites* 与 *Cingulizonates* 两属名的词头几乎完全相同，仅词尾略有不同，书写时常易混淆；两属征也较接近，都具带环，但前者带环厚薄均匀，为简单环型，后者带环内侧部分明显较厚，外侧部分明显较薄，呈典型的双型环，因此，两者差异仍显著，并易区分。

### 整环孢(?) (未定种) *Cingulatisporites* (?) sp.

(图版 III, 图 12)

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子，赤道轮廓宽圆三角形，最大赤道量度  $74.2\ \mu\text{m}$ ；三射线微开裂，顶部具三角形加厚(深色)区，三角顶点与三射线末端重叠，伸达内孢体边缘；外壁由两层组成：内层表面近光面，厚(赤道区)约  $3\ \mu\text{m}$ ，由其组成的内孢体轮廓与孢子赤道轮廓一致；外层表面光滑，在赤道延伸呈环(?)，环(壁?)厚实，基本等宽，约  $4.5-6\ \mu\text{m}$ ；具不规则带状褶皱，浅棕至棕色。

**注释** 标本略有破损，外壁两层似较明显，但外层在赤道的显示，是环宽还是壁厚，尚难以正确判断，所以保留地放在 *Cingulatisporites* 属名下描述。

### 齿环大孢属 Genus *Ocksisporites* Chaloner, 1959

**模式种** *Ocksisporites maclarenii* Chaloner, 1959

**属征** 辐射对称具环三缝大孢子，赤道轮廓锐角三角形，内孢体圆形，直径常小于孢子最大赤道量度的  $1/2$ ；环宽，边缘锯齿状。

**注释** 上述属征并结合模式种插图与图片 (Chaloner, 1959) 可进一步理解为：外壁两层，内层光滑，外层具刺状纹饰，主要分布于赤道边缘和整个远极面；具环，不等宽，它与 *Ancyrospora* Richardson emend. Richardson (1962) 的主要区别在于刺末端不具锚状两分叉。

**分布和时代** 加拿大、中国，中、晚泥盆世。

### 较小齿环大孢(新种) *Ocksisporites minisculus* (sp. nov.)

(图版 XVI, 图 8—10)

**种征** 大孢子，赤道轮廓近三角形，最大赤道量度  $356\ (414.9)486.7\ \mu\text{m}$  (量 4 粒)，全模标本  $356\ \mu\text{m}$ ；三射线常被唇遮盖，唇低矮、厚实、微弯曲，伸达带环内缘附近；外壁明显两层：内层较薄，厚约  $2.5\ \mu\text{m}$ ，表面光滑，或具内点状结构，由其形成的内孢体，在浸解较强的标本上可见，为近圆形、直径约  $219.6\ \mu\text{m}$ ；外层较厚，不可量(纹饰遮盖)，近极表面无明显纹饰，中央区常呈三角形或带状三角形加厚，并微微突起，呈宽脊状，其余(外层)表面——带环边缘和整个远极面具刺状突起；带环及其边缘突起以锥刺或长锥刺为主，分布稀疏、刺干粗壮、基宽  $9-12.5\ \mu\text{m}$ ，长  $12.5-23.4\ \mu\text{m}$ ，顶端具一小茎，但常断去不见；远极面极区纹饰以不规则长刺或似拉长了的锥刺为主，分布致密，刺干修长，基宽仅  $7-9.4\ \mu\text{m}$ ，长约  $15.6-43.7\ \mu\text{m}$ ，顶端小茎宽约  $1\ \mu\text{m}$ ，长  $4-9\ \mu\text{m}$ ，小茎末端微膨大、分叉不明显；带环薄，透明或半透明，常不等宽：辐射区较宽，可达  $78-94\ \mu\text{m}$ ，辐间区较窄，约为  $54.6-64\ \mu\text{m}$ ，表面光滑至微粗糙，内结构近似海绵状，边缘呈不规则细锯齿状，突起  $23-$

36枚;具褶皱,浅棕至深棕色。

**比较** 本新种形态与加拿大晚泥盆世的 *Ocksisporites maclarenii* Chaloner (1959, p. 326) 较为相似,但后者个体较大 (440—630  $\mu\text{m}$ ), 内孢体相对较小 (240—290  $\mu\text{m}$ ), 带环较宽 (100—150  $\mu\text{m}$ ), 刺较长 (20  $\mu\text{m}$ )。

按 *Ocksisporites* 原定义, 内孢直径应小于孢子最大量度的 1/2。归入上述新种的标本没有完全达到这个要求(其实,模式种 *O. maclarenii* Chaloner 1959 也是如此), 但其他特征表明, 若将上述标本归入 *Ancyrospora*, 还不如将其归入 *Ocksisporites* 较适合。

### 花环大孢属 Genus *Coronispora* Lu et Ouyang (emend. nov.)

**模式种** *Coronispora sinica* Lu et Ouyang, 1978

**属征(修订)** 辐射对称具环三缝大孢子, 赤道轮廓近圆形至近三角形; 三射线可见, 或具唇, 超出内孢体界限伸达环内, 外壁两层: 内层厚实, 表面光滑; 外层具纹饰, 近极面纹饰明显减弱, 远极面纹饰以锥刺状突起为主, 顶端具一小针或茎状小突起; 环宽, 但薄, 边缘锯齿状。模式种大小 235—450  $\mu\text{m}$ 。

**比较** 上述大孢子属的形态特征与 *Ancyrospora* 的某些分子, 如 *A. acuminata* Lu 和 *A. subcircularis* Lu (卢礼昌, 1980b) 有些近似, 但它们毕竟为小孢子, 且刺末端具锚刺状两分叉。

**分布和时代** 中国云南沾益, 中泥盆世。

### 圆形花环大孢(新种) *Coronispora circularis* (sp. nov.)

(图版 XXIV, 图 6; 图版 XXVII, 图 3)

**种征** 大孢子, 赤道轮廓圆形或近圆形, 最大赤道直径 343 (416.3) 431.8  $\mu\text{m}$  (量 7 粒), 全模标本 405  $\mu\text{m}$ ; 三射线通常不清楚, 或仅见三辐射状褶皱, 超出内孢体伸达带环, 但常不达赤道边缘; 外壁由两层组成: 内层(形成内孢体)厚度不明, 界限不清; 外层远极面具锥刺状突起, 侧面观呈低锥齿状, 顶端长一小针或茎状突起; 纹饰分布致密, 基部彼此常接触, 基宽一般为 12.5—17.2  $\mu\text{m}$ , 突起高 7.8—20.3  $\mu\text{m}$ , 小针(或茎)柔弱、易断, 长 2—5.5  $\mu\text{m}$ ; 带环似乎由外层及其上的锥刺彼此融合又延伸的组成, 表面光滑, 具似海绵状结构, 宽度较均匀, 在 62—80  $\mu\text{m}$  之间, 但厚薄不同: 内侧部分通常较厚, 不透明, 外侧部分较薄, 半透明至透明, 两者为逐渐过渡关系; 环内缘界限常不清楚, 外缘呈不规则锯齿状, “齿”一般很低, 且不规则, 其上小刺也较短(约 2  $\mu\text{m}$  左右)。浅棕色至深棕色。

**比较** 本新种与 *Coronispora sinica* (卢礼昌、欧阳舒, 1978, 76 页) 最明显的差异是后者赤道轮廓为三角形, 内孢体界限清楚, 带环看起来等厚, 但不等宽。

### 肋环孢属(新属) Genus *Costazonotriletes* (gen. nov.)

**模式种** *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)

**属征** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓近三角形至近圆形; 侧面观, 远极面扁半球球形, 近极面低锥形, 三射线常因唇遮盖而不清楚, 唇发育, 突起至强烈隆起, 后者呈帆形或叶片形, 伸达带环; 带环厚实, 等宽, 表面光滑, 或具辐射状宽脊条凸起(近极面), 宽



齿状或肋条状内结构明显；侧面观，环外缘多少钝凸；外壁厚，近极外壁中央区常较厚（暗），表面具纹饰，主要由圆瘤、块瘤以及宽脊或蠕瘤等组成，分布致密；宽脊或蠕瘤常呈辐射状排列，并有时延伸至赤道，其余瘤状纹饰的形状和大小不规则或多变，其顶端或具次一极小刺突起；远极（极区）外壁表面光滑或具各种瘤状突起；模式种大小  $57.1-92.9\mu\text{m}$ 。

**比较** 本新属与白垩纪的 *Stelckisporites* Binda et Srivatawa (1968) 较为接近，但后者为大孢子（模式种  $590\mu\text{m}$ ）；与晚古生代形态属 *Radiizonates* Staplin et Jansonius (1964) 也颇接近，但后者带环外侧部分较薄，辐射脊（或肋）位于带环远极面（而非近极面！）；与加拿大石炭纪的 *Camptozonotriletes* Staplin (1960, p. 21) 也很相似，但后者块瘤至蠕瘤纹饰主要分布在远极面，同时带环不具任何内结构；与本文 *Verrucizonotriletes* (gen. nov.) 最为接近，但后者带环宽窄不一：三角部（辐射区）明显较宽，三边中段，（辐间区）相对较窄，同时远极半球更为突出，表面纹饰明显；泥盆纪另一形态属 *Emphanisporites* McGregor (1960) 近极表面虽具辐射状肋纹，但不具带环。

**分布和时代** 云南沾益史家坡，中泥盆世。

### 宽齿肋环孢（新属、新种） *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)

（图版 XII，图 10, 11, 13, 14；图版 XIII，图 1, 2；插图 5）

**种征** 小孢子，赤道轮廓不规则凸边三角形，角顶钝凸，三边外凸或局部内凹，最大赤道量度  $57.1(76.5) 92.9\mu\text{m}$ （量 34 粒），全模标本  $62\mu\text{m}$ ；三射线常被唇遮盖，唇厚实，微突起，顶部高  $9.4-12.6\mu\text{m}$ ，宽  $5-9.7\mu\text{m}$ ，表面光滑，伸达带环内缘至外缘；带环宽厚，宽度较均匀，约  $4.7-9.1\mu\text{m}$ ，宽齿状内结构通常明显，并呈辐射状排列，带环近极表面光滑或具脊条状凸起，边缘平滑或不规则波状；纹饰限于近极中央区，以脊条状或不规则蠕瘤状突起为主，分布致密，呈辐射状排列，并不同程度伸达带环，脊条或蠕瘤基部宽  $4-6\mu\text{m}$ ，顶端平凸，高约  $1-1.5\mu\text{m}$ ，远极面无明显纹饰；极面观，中央区外壁或因纹饰（近极面）存在而显得较厚（色较深）；罕见褶皱，浅棕至深棕色。



插图 5 *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)

[参照图版 XII，图 11 (cf. pl. XII, fig. 11)]

**比较** 本新种与 *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.) 极为相似，唯一的差别是后者三射唇强烈隆起，侧面观，隆起呈风帆状或三叶片状；与 *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.) 也很相似，但后者纹饰为不规则细块瘤或小圆瘤状突起。

### 船形肋环孢（新属、新种） *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.)

（图版 XI，图 4, 5；图版 XIII，图 3-6, 9, 10；图版 XV，图 1, 3, 4；插图 6）

**种征** 小孢子，赤道轮廓凸边三角形，最大赤道量度  $65.5(67.7)81\mu\text{m}$ （量 29 粒），

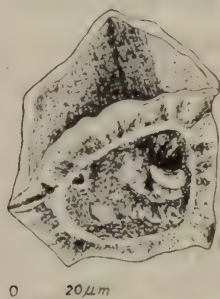


插图 6 *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.)

侧面观。示远极面具低矮的圆瘤状纹饰(参照图版 XIII, 图 5, 6) [Lateral view. Showing distal surface with short, rounded verrucose sculpture (cf. pl. XIII, figs. 5, 6)]

全模标本  $78\ \mu\text{m}$ , 副模标本  $63\ \mu\text{m}$ ; 三射唇发育并强烈隆起、透明, 表面光滑、微波状, 或具点状内结构; 侧面观, 唇隆起呈风帆状或三叶片状, 隆起高(顶部)常不短于孢子极轴长的  $2/3$ , 末端伸达带环边缘; 带环厚实, 可量厚度达  $3.9\text{--}7.8\ \mu\text{m}$ , 宽度接近均匀, 一般宽  $7.5\text{--}9.4\ \mu\text{m}$ , 边缘钝凸或似盾凸, 表面光滑; 远极外壁表面或光滑、或具瘤状突起纹饰, 纹饰形态、大小、高低均多变; 近极表面纹饰形态、分布等特征与 *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.) 很相似; 外壁罕见褶皱, 浅棕至深棕色。

#### 瘤面肋环孢(新属、新种) *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.)

(图版 XI, 图 3; 图版 XII, 图 12; 图 XIII, 图 7, 8, 11; 图版 XV, 图 2)

**种征** 小孢子, 赤道轮廓近三角形至近圆形, 最大赤道量度  $64.8(74.9)85.8\ \mu\text{m}$  (量 12 粒), 全模标本  $69\ \mu\text{m}$ , 副模标本  $76.6\ \mu\text{m}$ ; 三射线通常仅在超氧化的标本上清楚(或可见), 唇较发育, 但不强烈隆起, 顶部(略宽)高  $9\text{--}13.4\ \mu\text{m}$ , 末端较低, 较窄, 一般宽  $5.8\text{--}7.2\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 微弯曲或波状, 常伸达赤道边缘; 带环厚实, 表面光滑, 边缘平滑或不规则凹凸不平, 宽  $5.1\text{--}10.3\ \mu\text{m}$ ; 近极中央区, 外壁表面具不规则细块瘤或小圆瘤状突起纹饰, 大小不等, 分布致密, 基部彼此常连结, 一般基宽  $1.5\text{--}3.8\ \mu\text{m}$ , 顶部钝凸、圆, 罕见尖, 突起高  $1.2\text{--}2.3\ \mu\text{m}$ ; 远极表面光滑至具低矮、稀疏的小瘤状凸起或内结构; 近极中央区外壁因纹饰密挤而显得较厚(常不可量), 远极外壁较薄; 罕见褶皱; 浅棕至深棕色。

**比较** 形态特征与 *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.) 极为相似, 但纹饰不相同, 后者为脊条或不规则蠕瘤状凸起; 与 *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.) 明显不同, 是三射唇不强烈隆起。

#### 瘤面具环孢属(新属) Genus *Verrucizonotriletes* (gen. nov.)

**模式种** *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)

**属征** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓明显三角形, 角顶钝尖, 三边直、或凹或凸; 侧面观, 近极面低锥形, 远极面半圆球形; 三射线清楚或因唇遮盖而不清楚, 唇一般



较发育,但不强烈隆起,伸达带环边缘;带环厚实,不等宽:辐射区(三角顶)较宽,辐间区较窄(表面光滑);纹饰限于近极和远极中央区,远极面常以不规则细块瘤状突起为主,分布致密,彼此拥挤、连结,甚者呈蠕瘤状;近极面纹饰以锥刺状突起纹饰为主,分布较稀疏;模式种大小  $78-87.4\ \mu\text{m}$ 。

**比较** 本新属与 *Minerisporites* Potonié (1956) 较为接近,但后者为大孢子属,模式种的全模标本达  $534\ \mu\text{m}$ ;与本文 *Costazonotriletes* (gen. nov.) 也很相似,但归入后一属的分子,带环(在同一标本上)等宽,并具明显肋条状(或宽齿状)内结构。

**分布和时代** 中国云南沾益史家坡,中泥盆世。

### 远极瘤面具环孢(新属、新种) *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)

(图版 XII, 图 9; 图版 XIV, 图 1—3; 插图 7)

**种征** 小孢子,赤道轮廓明显三角形,三边不同程度外凸,角顶钝凸或略微钝尖;最大赤道量度  $78\ (82.6)\ 87.4\ \mu\text{m}$  (量 6 粒),全模标本  $87\ \mu\text{m}$ ,副模标本  $82.8\ \mu\text{m}$ ;三射线常因唇遮盖而不清楚,唇通常发育,但不强烈隆起,粗壮或开裂,由顶端向末端逐渐变窄,一般宽约  $5\ \mu\text{m}$ ,伸达带环附近或边缘;带环厚实,宽窄不均匀,通常辐射区较宽,约  $15.6-25.5\ \mu\text{m}$ ,辐间区较窄,约  $8.3-12.5\ \mu\text{m}$ ,表面光滑,边缘略微凹凸不平;纹饰形态通常在近极面和远极面各不相同:近极面(中央区)以锥刺或钝刺状突起为主,分布稀疏,基部彼此常不连结,基部宽  $3.8-7.5\ \mu\text{m}$ ,突起高  $2.8-4.5\ \mu\text{m}$ ;远极面(带环除外)以不规则瘤状突起为主,分布致密,基部彼此常连结,或局部连结、融合成蠕瘤状,单个瘤基宽  $2.8-5.9\ \mu\text{m}$ ,高  $2-3.1\ \mu\text{m}$ ,表面光滑、顶部钝凸或拱圆;外壁厚实(常不可量),罕见褶皱,棕至深棕色。



插图 7 *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)

a. 近极面观(参照图版 XIV, 图 1) [Proximal view

(cf. pl. XIV, fig. 1)] b. 侧面观(参照图版 XIV,

图 3) [Lateral view (cf. pl. XIV, fig. 3)]

**比较** 本新种与 *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.) 最接近,但后者赤道轮廓三角形更明显,角顶更钝或圆,带环更不等宽;辐射区甚宽,可达  $15.6-26.5\ \mu\text{m}$ ,辐间区很窄,宽仅  $3-7.1\ \mu\text{m}$ 。

### 三角形瘤面具环孢(新属、新种) *Verrucizonotriletes triangulatus*

(gen. et sp. nov.)

(图版 VII, 图 8, 15, 16; 图版 XIV, 图 4, 5; 图版 XV, 图 8)

**种征** 小孢子,赤道轮廓钝角三角形,三边直、或略微内凹至外凸,角顶钝凸或宽圆,

最大赤道量度  $68.6 (73.7) 80.7 \mu\text{m}$  (量 14 粒), 全模标本  $73.3 \mu\text{m}$ , 副模标本  $86.9 \mu\text{m}$ ; 侧面观, 近极面低锥角形, 远极面呈半球形(直径  $38.2-48.4 \mu\text{m}$ ); 三射线被唇遮盖, 唇光滑、透明、微突起, 一般宽  $3-4.5 \mu\text{m}$ , 末端钝或尖, 伸达带环边缘; 带环透明、光滑、无纹饰(辐间区或具稀少宽齿状内结构), 明显不等宽, 辐射区明显较宽, 可达  $15.6-26.5 \mu\text{m}$  宽, 辐间区较窄, 宽仅  $3-7.1 \mu\text{m}$ ; 纹饰主要限于近极和远极中央区, 以不规则块瘤状突起为主, 分布很密、基部轮廓常因拥挤而呈多角形, 彼此连结或融合, 甚者呈蠕瘤状的脊或复式脊(由块瘤组成), 单个瘤大小一般为  $2.3-4.7 \mu\text{m}$ , 突起高  $1-1.5 \mu\text{m}$ ; 顶端钝凸或钝尖; 罕见褶皱, 棕至深棕色。

### 厚壁具腔孢属 Genus *Geminospora* Balme emend. Playford, 1983

#### 模式种 *Geminospora lemurata* Balme, 1962

**属征** 辐射对称三缝小孢子, 外壁两层、腔状, 赤道轮廓近三角形至近圆形, 罕见椭圆形; 侧面观, 孢子双凸至接近平凸, 即远极面强烈凸出, 近极面锥角形至几乎平凸; 三射线清楚, 具唇与否, 约等于内孢体半径长; 弓形脊通常发育, 外壁外层相当厚实, 在赤道外层具小锥刺和刺以及(或者)颗粒纹饰, 纹饰分子可能因保存不佳而变得钝凸或不清楚, 内层较外层要薄许多, 在近极与外层紧贴, 在赤道和远极与外层不同程度的分离; 由内层形成的内孢体界限多少清楚。极面观, 内孢体约占孢腔的  $60-98\%$ , 其位置与赤道多少对称。

**比较** 当前属以其外壁外层相当厚实为特征而与其他具腔孢属不同, 如 *Rhabdosporites* Richardson emend. Marshall et Allen (1982) 的外层较薄; *Grandisporites* Hoffmeister et al., emend. Playford (1971) 通常是内层较厚, 而外层较薄; Playford (1983, p. 312) 为 *Geminospora* Balme (1960) 的属征作了重述(“restated” diagnosis), 明确提出: 孢子具弓形脊、外壁两层、腔状以及整个外层都相当厚实, 而不仅仅是远极区最厚, 从而表明: 外壁外层并非栉状, 因此, 原先将该属名译为“腔栉孢属”(卢礼昌、欧阳舒, 1976, 34 页)也需相应纠正, 并改译为“厚壁具腔孢属”。

**分布和时代** 澳大利亚、中国, 多见于中、晚泥盆世。

#### 穴状厚壁具腔孢 *Geminospora punctata* Owens, 1971

(图版 XXVI, 图 11, 12)

1971 *Geminospora punctata*, Owens, p. 61, pl. XIX, figs. 1-9.

1980b *Geminospora punctata*, 卢礼昌, 21 页, 图版 V, 图 12-16.

**描述** 赤道轮廓近圆至圆形, 最大赤道直径  $56.2 (58.7) 67.1 \mu\text{m}$  (量 4 粒); 三射线可见, 约为孢子半径长的  $2/3-4/5$ ; 浅棕至深棕色。

#### 厚壁具腔孢 *Geminospora lemurata* (Balme) Playford, 1983

(图版 XV, 图 12)

1962 *Geminospora lemurata*, Balme, p. 5, pl. I, figs. 5-10.

1983 *Geminospora lemurata*, Playford, p. 316, Figs. 1-9.

**描述** 赤道轮廓宽圆三角形, 大小  $70.2 \mu\text{m}$ ; 三射线清楚、微开裂, 至少伸达内孢体边



缘；外壁两层：内层较薄，厚小于  $1\ \mu\text{m}$ ，表面近似光滑，与外层在赤道部位多少分离、空腔不明显；外层较厚，赤道-近极区厚  $3.9\ \mu\text{m}$ ，赤道-远极区厚约  $6\ \mu\text{m}$ ；外壁表面，除三射线区外，覆以细颗粒状纹饰，分布致密，但彼此常不接触，粒度近圆，粒径略小于  $1\ \mu\text{m}$ ，浅棕至棕色。

**比较与讨论** *Geminospora lemurata* (Balme) Playford (1983) 小孢子种的定义较宽，既有三缝孢子，又有很少数的双缝和单缝孢子；归入该种的史家坡标本，仅见三缝孢子，且数量也少，但特征与西澳大利亚同种的部分标本 (Playford, 1983, p. 314, fig. 2: M-O, A-L) 极为相似，这部分标本，内层与外层(在赤道)彼此分离程度不如另一部分的明显或完全。因此将上述史家坡的标本归入 *G. lemurata* 仍是允许的。

### 小齿厚壁具腔孢(新种) *Geminospora microdenta* (sp. nov.)

(图版 XVII, 图 5—7)

**种征** 小孢子，赤道轮廓近圆形至圆形，最大赤道直径  $34.3\ (40.5)46.8\ \mu\text{m}$  (量 17 粒)，全模标本  $46.8\ \mu\text{m}$ ；三射线通常清楚、微弯曲、简单或具唇，略小于至等于内孢体半径长；弓形脊柔弱，但发育完全；以弓形脊为界的接触区清楚；外壁两层、腔状：内层(内孢体)薄，不足  $1\ \mu\text{m}$ ，表面光滑，边缘界限常清楚或可见，与外层赤道轮廓接近一致；外层较内层厚实，赤道外壁厚可达  $3.5—6.4\ \mu\text{m}$  (包括纹饰)；纹饰以低矮的细锥刺为主，偶见小刺或细颗粒，分布致密，但基部彼此常不连结，基部直径一般约  $1\ \mu\text{m}$  (罕见超过  $2\ \mu\text{m}$ )，高常小于  $1\ \mu\text{m}$ ，在赤道轮廓线上反映较弱或不明显；接触区外壁(外层)较薄，表面无明显纹饰，褶皱不常见，棕至棕黄色。

**比较** 本新种与 *Geminospora lemurata* (Balme) Playford (1983, p. 316) 有些近似，但后者赤道轮廓倾向于三角形，内层常不等程度收缩而与外层(除近极三射线区外)分离，并包括极少数双缝 (dilete) 或单缝的分子在内；与 *Geminospora punctata* (Owens, 1971) 的主要区别在于后者具明显的穴状结构。

### 盾环孢属 Genus *Crassispora* Bhardwaj emend. Sullivan, 1964

**模式种** *Crassispora ovalis* (Bhar.) Bhardwaj, 1957

**属征** 辐射对称具环三缝小孢子，赤道轮廓圆形至卵圆形或圆三角形；三射线常不明显，有时具褶脊；外层由两层组成，内层薄，半透明，由其组成的内孢体轮廓与孢子赤道轮廓一致，但常不清楚；外层细至粗内点穴状，在赤道呈盾状加厚；外壁远极面具纹饰，近极面(三射线顶部)辐间区可见乳头状突起(在浸解过头的标本上尤其可见)。

**比较** 本属以其外壁在赤道区仅呈盾状加厚，但无明显地作环状延伸为特征而区别于 *Cycospora*，因为该属的孢子外壁，在赤道部位不仅加厚，而且还延伸，并逐渐减薄，环横切面常呈楔形。

Sullivan (1964, p. 375) 明确限定本属外壁由两层组成，外层在赤道呈盾状加厚；纹饰限于远极面。

**分布和时代** 世界各地，晚古生代。

柯氏盾环孢 *Crassispora kosankei* (Pot. et Kr.) Smith  
et Butterworth, 1967

(图版 III, 图 13)

1955 *Planisporites kosankei*, Potonié and Kremp, p. 71, pl. 13, figs. 208—213.

1957 *Crassispora kosankei*, Bhardwaj, S. 126, Taf. 25, Figs. 73—76.

1967 *Crassispora kosankei*, Smith and Butterworth, p. 234, pl. 19, figs. 2—4.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形, 最大赤道直径 67.1 (69.7) 71.8  $\mu\text{m}$  (量 3 粒), 平均 69.7  $\mu\text{m}$ ; 三射线柔弱或仅可识别、简单、伸达赤道边缘; 外壁在赤道呈明显的盾状加厚, 宽可达 6—9  $\mu\text{m}$  近极外壁较薄, 表面无明显纹饰, 远极外壁略厚(不可量), 表面具小刺-粒状纹饰, 分布不规则, 偶见相邻纹饰基部彼此接触, 粒径约 1  $\mu\text{m}$  (或不足), 突起低, 高仅 0.5  $\mu\text{m}$ , 在赤道轮廓线上反映常甚弱或不清楚; 常具褶皱、带状, 两端钝, 分布不规则; 棕黄至浅棕色。

**比较** 本种与本文描述的 *Crassispora imperfecta* (sp. nov.) 的主要差别在于: 后者纹饰较粗 (1.6—4  $\mu\text{m}$ ), 三射线清楚, 具唇。

不完全盾环孢(新种) *Crassispora imperfecta* (sp. nov.)

(图版 III, 图 14—16)

**种征** 小孢子, 宽圆三角形至近圆形, 最大赤道量度 65.5 (71.3) 81.3  $\mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本 67  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚, 具唇、唇发育不均匀或不完全: 常见射线末端两侧明显加厚、加宽, 总宽达 7.8—11  $\mu\text{m}$ , 或有一唇较薄、较弱, 甚至缺失, 伸达盾环内缘; 盾环厚实, 其内缘界限常模糊不清, 或与相邻外壁呈逐渐过渡关系, 宽 7—9.4  $\mu\text{m}$ ; 外壁具点穴状至细颗粒状内结构, 纹饰通常限于远极面, 主要由低矮的锥刺组成, 分布稀疏(其间距常不小于纹饰基部宽), 锥刺基部宽 1.6—4  $\mu\text{m}$ , 突起高仅 1  $\mu\text{m}$  左右, 在赤道轮廓线上反映甚弱; 近极表面无明显纹饰; 外壁较厚实(常不可量), 罕见褶皱, 浅棕至深棕色。

**比较** 新种的形态与 *Crassispora maculosa* 和 *C. kosankei* (Smith and Butterworth, 1967, pp. 234—235) 均较相似, 但这些石炭纪的种, 孢子外壁盾状加厚更窄, 且常不清楚, 由颗粒和锥刺组成的纹饰, 其基部宽很少大于 2  $\mu\text{m}$ , 但突起较高 (1—2  $\mu\text{m}$ ); 与本文描述的 *Crassispora remota* (sp. nov.) 的区别在于: 该新种的分子较小 (45.2—48.6  $\mu\text{m}$ ), 而盾环则相对较宽 (9.4—12.5  $\mu\text{m}$ )。

不完全盾环孢(比较种) *Crassispora cf. imperfecta*

(图版 VIII, 图 3)

**描述** 近侧压标本, 近极面低锥角形, 远极面半圆球形, 赤道直径 90.5  $\mu\text{m}$ ; 三射唇粗壮, 微高起, 宽约 8—10  $\mu\text{m}$ , 伸达赤道边缘; 外壁厚实, 具内点状结构, 在赤道呈明显的盾状加厚, 宽达 10  $\mu\text{m}$  左右, 纹饰限于远极面, 以不规则圆瘤至小圆丘状突起为主, 分布稀疏, 相邻纹饰基部彼此常不接触, 单个分子基部直径达 7—12  $\mu\text{m}$ , 突起低矮, 高仅 1.5—2  $\mu\text{m}$ , 顶部钝圆; 近极面无纹饰, 表面光滑; 未见褶皱, 浅棕至橙棕色。



**注释** 标本仅发现一粒,与 *Crassispora imperfecta* (sp. nov.) 颇相似,惟孢体较大、唇较粗壮和纹饰较粗大,所以鉴定有所保留。

### 疏离盾环孢(新种) *Crassispora remota* (sp. nov.)

(图版 VI, 图 5, 6)

**种征** 孢子赤道轮廓圆三角形,角部宽圆,三边平直至微外凸,最大赤道量度 45.2 (46) 48.6  $\mu\text{m}$  (量 6 粒),全模标本 46.8  $\mu\text{m}$ ;三射线通常清楚、直或微弯曲,有时具唇(宽 1—2  $\mu\text{m}$ ),或褶皱,伸达赤道边缘。外壁在赤道区呈盾状加厚,侧面观,外壁分别自近极-赤道和远极-赤道向赤道逐渐加厚呈盾环状,环宽 9.4—12.5  $\mu\text{m}$ ,其内缘界限不清楚,或与相邻外壁为逐渐过渡关系;纹饰似乎限于远极面,以低矮的锥刺为主,分布稀疏,不均匀,基部彼此常不接触,大小不等,一般基底宽为 0.5—1.5  $\mu\text{m}$ ,刺高 0.5—1  $\mu\text{m}$ ;纹饰在赤道边缘反映常不明显,边缘凸起 24—42 枚;近极面,光滑无饰;罕见褶皱,浅棕至棕色。

**比较** 新种与 *Crassispora* sp. (Bhardwaj, 1957, p. 126) 非常接近,但后者三射线不清楚,纹饰看来一般较弱小;在石炭纪常见的 *Crassispora kosankei*,虽然纹饰由颗粒和锥刺组成,但孢子赤道轮廓多呈圆形或近圆形。

### 盾环孢(未定种) *Crassispora* sp.

(图版 XXI, 图 9; 图版 XXXIII, 图 6)

**描述** 小孢子,赤道轮廓近圆形,侧面观,近极面低锥角形,远极面近半圆球形,最大赤道直径 54.6 (60.1) 65.5  $\mu\text{m}$  (量 6 粒);三射线可见,不等具唇,伸达赤道附近;外壁厚实,具内点状结构,远极外壁较近极外壁略厚,约 3—4  $\mu\text{m}$ ,赤道外壁明显加宽、加厚,并呈盾环状,宽约等于厚,为 6—7.8  $\mu\text{m}$ ;纹饰以低锥刺为主,分布于赤道和远极面,大小不一,一般高 0.5—1.5  $\mu\text{m}$ ,基宽 1—4  $\mu\text{m}$ ,在赤道轮廓线上反映微弱,或呈不规则细锯齿状,突起约 38—57 枚;近极外壁或具褶皱,浅棕至橙棕色。

### 冠毛具环孢属 Genus *Cristatisporites* Potonié et Kremp emend.

Butterworth et al. (in Staplin et Jansonius), 1964

**模式种** *Cristatisporites indignabundus* (Loose) Pot. et Kr, 1954

**分布和时代** 欧、美各国和中国,多见于石炭纪。

### 冠毛具环孢(未定种) *Cristatisporites* sp.

(图版 XXVI, 图 5, 10)

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,侧面观,近极面低锥角形,远极面接近半圆球形,最大赤道量度 117.6—118.6  $\mu\text{m}$  (量 2 粒);三射线因外壁厚实、不透明而不可见,具唇,唇末端微微突起,伸达环缘;外壁两层:内层通常较外层要厚许多,由其构成的内孢体界限清楚,边缘与赤道轮廓接近一致,表面光滑无饰;外层紧贴内层,表面具锥刺状突起纹饰,分布致密,彼此拥挤,基宽 2—4  $\mu\text{m}$ ,高 1.5—2.5  $\mu\text{m}$ ;赤道

环薄、透明,宽  $7.8-14\ \mu\text{m}$ , 表面具纹饰,在较薄的环上,纹饰主要由长刺组成,刺基宽  $2\ \mu\text{m}$  左右,长  $3-5.4\ \mu\text{m}$ , 在较厚的环上,刺较短,以锥刺为主;外壁表面或很粗糙,甚者树皮状,并常破裂;浅棕黄至深棕色。

### 古栎环孢属 Genus *Archaeozonotriletes* Naumova emend. Allen, 1965

模式种 *Archaeozonotriletes variabilis* Naumova, 1953 (Potonié 1958 指定的)

分布和时代 苏联、英国、加拿大和中国等,主要为中、晚泥盆世。

### 多变古栎环孢 *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen, 1965

(图版 XVIII, 图 4; 图版 XXI, 图 5; 图版 XXXIII, 图 11)

1953 *Archaeozonotriletes variabilis*, Naumova, p. 30, pl. II, figs. 12, 13.

1965 *Archaeozonotriletes variabilis*, Allen, p. 721, pl. 100, figs. 3-6.

1971 *Archaeozonotriletes variabilis*, Owens, p. 38, pl. X, figs. 4, 7, 8, 11, 12.

1980b *Archaeozonotriletes variabilis*, 卢礼昌, 31 页, 图版 V, 图 1-4。

1981 *Archaeozonotriletes variabilis*, 卢礼昌, 116 页, 图版 IX, 图 3, 4。

1982 *Archaeozonotriletes variabilis*, McGregor and Camfield, p. 21, pl. 3, figs. 18-20.

三缝小孢子,最大赤道量度  $56.2-71.8\ \mu\text{m}$ (量 8 粒),平均  $62.9\ \mu\text{m}$ , 浅棕至深棕色。

### 耳形古栎环孢 *Archaeozonotriletes auritus* Lu, 1980

(图版 XXV, 图 4, 11)

1980b *Archaeozonotriletes auritus*, 卢礼昌, 32 页, 图版 V, 图 7, 8。

**描述** 三缝小孢子,最大赤道量度  $42-57.5\ \mu\text{m}$  浅棕至深棕色。

**注释** 原种征(卢礼昌, 1980b, 32 页)范围较窄,外壁描述为“两层组成”,耳状加厚仅限于“一射线末端前”。现据观察较多的、与其近似的标本表明:外壁或许仅一层,并且耳状加厚通常在赤道局部显得最为突出,而不仅仅在射线末端前,其基部宽常略大于顶部宽,而明显地大于突起高,甚者可高的两倍以上。

本种与远极面具棒,锥刺和块瘤等纹饰的 *Cyrtospora cristifer* (Van der Zwan, 1979, p. 5) 差异显著。

### 灿烂古栎环孢 *Archaeozonotriletes splendidus* Lu, 1981

(图版 XVII 图 14)

1981 *Archaeozonotriletes splendidus*, 卢礼昌, 116 页, 图版 IX, 图 6-8; 图版 X, 图 4。

**描述** 三缝小孢子,最大赤道量度  $64-71.8\ \mu\text{m}$ ; 浅棕至深棕色。

当前种以其外壁具辐射状的内针穴状结构为特征而区别 *Archaeozonotriletes* 的各已知种。

### 清楚古栎环孢(新种) *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.)

(图版 XVII, 图 12; 图版 XVIII, 图 11, 13, 14)

**种征** 具环三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,最大赤道量度  $81\ (89.4)$



98.3  $\mu\text{m}$  (量 23 粒), 全模标本 98.3  $\mu\text{m}$ ; 外壁内缘界限(中央区)清楚、规则, 多呈近圆形, 直径 54.6—64  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚, 简单、直, 伸达中央区边缘; 近极中央区外壁较薄, 表面常具不规则小瘤状或脊状突起; 中央区以外的外壁呈明显的栉状加厚, 栉厚薄不均匀, 常具深“沟状”减薄或开裂(横切面观, 呈“V”形)结构, 栉最大厚度多位于赤道, 并常构成明显而厚实(但不均匀)的赤道环, 局部最大厚度(或环宽)可达 21.3—32.8  $\mu\text{m}$ , 最小厚度仅 3.1—4.9  $\mu\text{m}$ , 表面光滑, 多裂; 浅棕至深棕色。

**比较** 本新种与下列各种的主要区别在于: *Archaeozonotriletes variabilis* 的栉形, 栉厚和栉位(置)多变, 但不开裂; *Archaeozonotriletes auritus* 外壁(局部)突起呈耳状, 栉状结构不明显; 新种 *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.) 孢子轮廓常呈多角形, 外壁(栉)常开裂成大块瘤或块状, 环状结构不明显。

### 不完全古栉环孢(新种) *Archaeozonotriletes incompletus* (sp. nov.)

(图版 XVII, 图 11; 图版 XVIII, 图 8)

**种征** 具环三缝小孢子, 赤道轮廓不规则宽圆三角形, 最大赤道量度 78 (81.6) 85.6  $\mu\text{m}$  (量 5 粒), 全模标本 85.6  $\mu\text{m}$ ; 中央区(外壁内缘界限)轮廓圆三角形至近圆形, 大小 34.3—84.4  $\mu\text{m}$ ; 三射线可见或清楚, 简单、直, 伸达中央区边缘; 外壁栉状加厚, 在赤道区最明显, 并常呈带环状, 带环宽厚, 但不完全(局部常有减薄现象), 最大厚度(或环宽)达 14—31  $\mu\text{m}$ , 表面光滑; 其余外壁薄得多, 三射线区外壁最薄, 表面不具纹饰; 罕见褶皱, 浅棕至深棕色或不透明。

**比较** 本新种的形态特征与 *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.) 非常相似, 但后者外壁(或栉)多裂, 带环更不完整, 中央区较大 (54.6—64  $\mu\text{m}$ ), (近极)表面常具不规则小瘤状或脊状突起。

### 圆形古栉环孢(新种) *Archaeozonotriletes orbiculatus* (sp. nov.)

(图版 XVII, 图 9, 13; 图版 XVIII, 图 6, 7, 9, 10)

**种征** 辐射不对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓略呈长圆形或扁圆球形, 最大赤道量度 71.8 (82.7) 90.5  $\mu\text{m}$  (量 9 粒), 全模标本 85.8  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚或可见, 直, 简单或微具唇或开裂, 伸达中央区边缘; 外壁两层: 内层薄, 厚约 1—1.5  $\mu\text{m}$ , 由其形成的内孢体轮廓近圆形至圆三角形, 大小 37.4—48.2  $\mu\text{m}$ , 表面光滑, 具内点状至细颗粒状结构, 通常与外层紧贴; 外层具强烈的球栉状加厚, 并呈半圆球形或超半圆球形鼓起, 多数位于赤道一侧或赤道-远极局部, 最大厚度(或凸起)常大于内孢体半径长, 约 25.1—31.2  $\mu\text{m}$ , 宽度, 即圆球状突起直径, 略大于孢子直径长, 表面常较圆滑; 其余外壁表面, 尤其三射线区, 常具小疣瘤状凸起, 分布稀疏、不规则, 凸起基部宽 6—9.4  $\mu\text{m}$ , 高 5  $\mu\text{m}$  左右; 在某些标本上, 还可见不规则的脊状突起, 但无论如何不构成网纹; 棕至深棕色(或不透明)。

**比较** 新种外壁加厚的形态, 与本文描述的 *Archaeozonotriletes variabilis* Naumova 颇近似, 但后者外壁加厚(栉)的最大厚度, 从未超过内孢体(或中央区)半径长; *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.) 虽然外壁也强烈加厚, 但常具深大裂口, 致使孢子赤道轮廓常呈明显的多角形。

**讨论** 按外壁凸起形态, 归入上述新种的分子(如图版 XVIII, 图 10), 似乎也可归入到 *Cyrtospora* Winslow 范畴内, 但其凸起表面不具纹饰, 而且最大厚度的位置多变(不仅仅是限于远极), 因此, 不将这些分子归入 *Cyrtospora* 似更合适。

### 深裂古栎环孢(新种) *Archaeozonotriletes dissectus* (sp. nov.)

(图版 XVIII, 图 12, 15)

**种征** 辐射不对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓多角形或不规则, 最大赤道量度 87.4 (102.9) 118.4  $\mu\text{m}$  (量 7 粒), 全模标本 87.4  $\mu\text{m}$ ; 三射线常清楚, 微具唇、偶见开裂, 伸达或几乎伸达中央区边缘; 外壁, 除三射线区外, 呈不规则栎状加厚, 并常多开裂, 且裂口深大, 将栎分割成大块瘤状或土块状突起; 其最大厚度位置多变, 常见于赤道或远极局部, 最厚可达 20.3—43.7  $\mu\text{m}$ , 甚者可超过中央区半径长, 顶部平截或钝凸, 表面光滑或具狭窄和低矮的脊(高和宽均为 1  $\mu\text{m}$  左右), 分布稀疏, 不规则; 近极中央区外壁较薄(亮), 常具小疣瘤状等突起物, 突起基部宽约 4  $\mu\text{m}$ , 高约 5.5  $\mu\text{m}$ , 顶部圆凸; 赤道轮廓线明显凹凸不平或呈“七棱八角”状, 浅棕至深棕色。

**比较** 当前新种的形态特征和 *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.) 较近似, 但后者孢子轮廓和中央区轮廓均较规则(圆三角形至近圆形), 栎最大厚度明显在赤道区, 并构成明显而厚实(但不均匀)的赤道环; 与 *Archaeozonotriletes orbiculatus* (sp. nov.) 的主要区别, 在于后者外壁呈球栎状加厚。

**讨论** 从图版 XVIII, 图 8—11—13—14—15—12 的顺序看来, 外壁栎状加厚的变化似乎存在这样一种过渡关系, 即: 栎厚度相对均匀—局部减薄—不完全开裂—深大开裂; 这种“加厚”和“开裂”是与孢子的成熟过程有关, 还是次生作用所致, 或是其他什么原因, 就难以推论了; 但就“形态”而言, 将上述图照及其相关分子分为三个不同的种, 似乎较仅立一种更为适合, 而将它们归入同一形态属 *Archaeozonotriletes* 内, 是以栎(或外壁表面)不具纹饰为基础, 虽然有些分子(如图 XVIII, 图 12, 15) 外壁开裂成块, 但不是外壁表面纹饰(块瘤), 而是外壁(或栎)本身。因此, 不宜将这类分子归到 *Lophozonotriletes* 属, 或其他具栎孢属。

### 膜盖栎环孢属 Genus *Tholisporites* Butterworth et Williams, 1958

**模式种** *Tholisporites scoticus* Butterworth et Williams, 1958

**分布和时代** 欧美、中国、利比亚等, 主要为晚古生代。

### 背厚膜盖栎环孢 *Tholisporites distalis* Lu, 1981

(图版 XVI, 图 6, 7)

1981 *Tholisporites distalis*, 卢礼昌, 115 页, 图版 VIII, 图 8, 9。

**描述** 孢子赤道轮廓圆形, 最大赤道直径 69—75  $\mu\text{m}$  (量 2 粒); 外壁仅一层, 栎状, 远极极区最厚 4.9—6  $\mu\text{m}$ , 向赤道区逐渐减薄, 厚约 3—3.5  $\mu\text{m}$ , 至近极三射线区最薄, 约 2.3  $\mu\text{m}$  左右; 棕至橙棕色。

**注释** 原种征中, 孢子外壁被描述为“两层”; 现经重新观察原全模标本(卢礼昌,



1981, 115 页, 图版 VIII, 图 9) 发现: 外壁仅有一层, 原先所说的“内层”是因标本受压后, 较厚实的外壁在赤道区沿其内缘局部开裂, 并微微收缩, 在透光显微镜下所造成的假象, 而非正常的外壁) 内层。

### 致密膜盖杯环孢 *Tholispurites densus* McGregor, 1960

(图版 XVI, 图 2, 3)

1960 *Tholispurites densus*, McGregor, p. 37, pl. 13, figs. 6, 7.

1967 *Tholispurites densus*, McGregor, p. 176, pl. I, fig. 17.

1980b *Tholispurites densus*, 卢礼昌, 30 页, 图版 V, 图 9, 10。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆至圆形, 最大赤道量度  $41.3—52.2\ \mu\text{m}$  三射线区边缘常具一弧形褶皱, 浅棕至深棕色。

**比较** 归入当前种的标本, 标本最厚处常位于赤道区, 而本文记载的 *Tholispurites distalis* 则位于远极区。

### 内点状膜盖杯环孢(新种) *Tholispurites interopunctatus* (sp. nov.)

(图版 XVI, 图 4, 5)

**种征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓圆形至近圆形, 最大赤道直径  $38(48.9) 58\ \mu\text{m}$  (量 13 粒), 全模标本  $51.5\ \mu\text{m}$ ; 三射线清楚或可见, 简单, 约为孢子半径的  $3/5—4/5$ ; 外壁呈明显的栎状加厚, 其最大厚度位于远极区, 达  $4.5—5.5\ \mu\text{m}$ , 朝赤道和近极方向逐渐减薄, 赤道区厚  $3—4.5\ \mu\text{m}$ , 三射线区最薄, 仅  $1.5—2\ \mu\text{m}$  厚; 栎(外壁)表面光滑, 内表层具明显的内点穴状至内颗粒状结构; 罕见褶皱, 棕至深棕色。

**比较与讨论** 本新种与本文描述的 *Tholispurites distalis* Lu 较近似, 其最大栎厚度也位于远极区, 但无明显的内结构, 并且厚得多( $7.8—10.1\ \mu\text{m}$ )。笔者(卢礼昌, 1980b)曾将具上述特征的云南沾益龙华山的标本, 归入 *Tholispurites punctatus* McGregor (1960)。新近, 原作者和他的同事 (McGregor and Camfield, 1982, p. 21) 宣布, 该种名无效, 他们认为, 当时建立 *T. punctatus* 的根据, 是错把腐蚀现象当作(外壁的)纹饰, 因此, 应予废弃。基于此种原因, 本文将(栎状外壁)具明显内点穴状至内颗粒状结构(并非任何次生作用所致)的这类分子, 另立一新种, 并将具类似特征的龙华山标本(卢礼昌, 1980b, 图版 V, 图 11) 改归该新种。

### 膜盖环孢(未定种) *Tholispurites* sp.

(图版 XVI, 图 13)

**描述** 赤道轮廓近圆形, 直径  $114\ \mu\text{m}$ ; 三射线清楚, 最大可见长度约  $40\ \mu\text{m}$ ; 外壁相当厚实(赤道外壁厚约  $6.2\ \mu\text{m}$ ), 并于赤道内缘区具一不规则环状加厚(暗)带, 表面光滑至微粗糙, 或具内细颗粒状结构; 浅棕色。

### 网孢属 Genus *Chelinospora* Allen, 1965

模式种 *Chelinospora concinna* Allen, 1965

**比较** 本属以栉表面具网状纹饰为特征而不同于其他各具栉孢属。

**分布和时代** 中国、西斯匹次卑尔根岛,中晚泥盆世。

### 舌缘网栉孢 *Chelinospora ligulata* Allen, 1965

(图版 XXII, 图 3)

1965 *Chelinospora ligulata*, Allen, p.729, pl. 102, figs. 1—7.

**描述** 辐射对称三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形,最大赤道直径 51.5(63.2) 67.1  $\mu\text{m}$  (量 3 粒);三射线常因纹饰遮盖而不清楚,可见者简单、直,伸达栉内缘或稍短;外壁具不规则网状纹饰,并呈栉状加厚,赤道区栉厚 11—14  $\mu\text{m}$  (包括网脊);网脊粗,基底宽约 5  $\mu\text{m}$  左右,高 6.3—9.4  $\mu\text{m}$ ,顶端钝尖(或凸),表面光滑或具小刺-粒状纹饰,穴底微微内凹,穴径 4.9—7  $\mu\text{m}$ ;浅棕至深棕色。

**比较** 本种与本文描述的 *Chelinospora rugularis* (sp. nov.) 差异较明显:后者赤道轮廓多呈圆形,个体较大(67.1—101.4  $\mu\text{m}$ ),侧压标本表明,网栉变化较规则,最大厚度明显在远极,并向赤道、赤道-近极逐渐减薄,至三射线区最薄。

### 不规则网栉孢 *Chelinospora irregularata* Lu, 1980

(图版 VII, 图 1-4)

1980b *Chelinospora irregularata*, 卢礼昌, 34 页,图版 VI, 图 7, 8。

**描述** 孢子赤道轮廓近三角形至近圆形或不规则,最大赤道量度 34.3(35.9)40.6  $\mu\text{m}$ ; (量 9 粒);浅棕至深棕色。

**注释** 原种征(卢礼昌, 1980b, 34 页)描述为“外壁两层,内层薄,内点状结构颇弱,与外层紧贴”,现经重新观察该种的全模标本及其它类似标本表明:外壁仅一层,而并非两层,原来所谓“内层薄”,实际上是外壁里面的投影所致;“远极呈栉状加厚”,确切地说,应是外壁呈栉状加厚,特此修正。

### 密网网栉孢 *Chelinospora multireticulata* Lu, 1980

(图版 XIX, 图 7, 8, 15, 16)

1980b *Chelinospora multireticulata*, 卢礼昌, 34 页,图版 VI, 图 9, 10。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆形至圆形,最大赤道直径 54.6 (58.8)64  $\mu\text{m}$  (量 7 粒);浅棕至棕色。

### 坚实网栉孢 *Chelinospora ochyrosa* Lu, 1980

(图版 XIX, 图 11; 图版 XXII, 图 2)

1965 *Chelinospora concinna*, Allen, pl. 101, figs. 15, 16 (parts).

1980b *Chelinospora ochyrosa*, 卢礼昌, 35 页,图版 VI, 图 12, 13。

**补充描述** 孢子赤道轮廓近圆形或不规则近圆形,最大赤道直径 34.3 (38.8)40.6  $\mu\text{m}$  (量 17 粒);外壁一层或两层;不规则网状纹饰主要分布近极-赤道区和整个远极面,在三射线区明显减弱,或仅具小刺状突起,表面粗糙;浅棕至深棕色。



网标局部显得较坚实，轮廓线多呈锥刺状或局部锥形凸起为上述种主要特征。

### 稀网网标孢 *Chelinospora rarireticulata* Lu, 1980

(图版 XIX, 图 9, 12)

1980b *Chelinospora rarireticulata*, 卢礼昌, 34 页, 图版 VI, 图 5, 6。

**描述** 孢子赤道轮廓圆形至近圆形，最大赤道直径  $51.4 (59.6) 60.8 \mu\text{m}$  (量 5 粒)；浅棕黄至浅棕色。

**注释** *Chelinospora rarireticulata* 和 *C. multireticulata* 两者的形态特征彼此甚为接近，但前者的网穴较大 ( $10-22 \mu\text{m}$ )，赤道轮廓线上仅 11—15 个网穴，而后者网穴较小 (最大穴径仅  $4-7 \mu\text{m}$ )，赤道轮廓线上具 23—26 个网穴，彼此差异显著，容易区别。

### 大穴网标孢(新种) *Chelinospora larga* (sp. nov.)

(图版 XIX, 图 1—3)

**种征** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓近圆形或不规则圆形，最大赤道直径  $60.8 (81.7) 88.9 \mu\text{m}$  (量 25 粒)，全模标本  $82.7 \mu\text{m}$ ；三射线通常清楚，柔弱、简单，顶部不等量开裂，末端尖，伸达中央区边缘附近；外壁栉状加厚不规则，栉厚一般为  $3.9-9.4 \mu\text{m}$ ，局部可达  $12.5-15.6 \mu\text{m}$ ，最大厚度位置多变，表面具网纹饰；网脊基部有时明显加宽，赤道区网脊基宽可达  $7.8-18.7 \mu\text{m}$ ，上部较薄，脊背尖或钝凸，突起高  $7-12.5 \mu\text{m}$ ，表面光滑或顶端(脊背)具细珠状凸起；网穴多角形至不规则圆形，网眼甚大，最大穴径可达  $14-34.3 \mu\text{m}$ ，网底微微内凹(侧面观)；网状纹饰在近极面，尤其三射线区显著减弱或缺失；赤道轮廓线呈稀疏的锯齿状，绕赤道边缘网穴 7—11 眼；罕见褶皱，棕黄至浅棕色。

**比较** 本新种与本文描述的 *Chelinospora regulata* (sp. nov.) 主要差别在于：网标厚度变化不规则，网脊基部较宽、较厚，网穴直径大许多，孢子轮廓线呈锯齿状；*Chelinospora rarireticulata* 虽然网穴也较大 ( $10-22 \mu\text{m}$ )，但网脊基部明显较窄，突起也较低(高仅  $1.5 \mu\text{m}$  左右)，外壁栉状加厚较薄，一般厚约  $3-6 \mu\text{m}$  (卢礼昌, 1980 b, 34 页)。

### 规则网标孢(新种) *Chelinospora regularis* (sp. nov.)

(图版 XIX, 图 6, 10, 17, 18; 图版 XX, 图 10)

**种征** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓圆形或近圆形，最大赤道直径  $67.1 (79.9) 101.4 \mu\text{m}$  (量 12 粒)，全模标本  $79.6 \mu\text{m}$ ，副模标本  $81.1 \mu\text{m}$ ；三射线常不清楚或仅可见，简单、末端尖，约为孢子半径的  $5/7-3/4$ ；外壁栉状加厚明显，表面具网纹：栉厚(网脊在内)由近极-赤道向远极面逐渐增加，至远极极区最厚，三射线区最薄，近极-赤道区栉厚  $14-24 \mu\text{m}$ ；网纹自远极-赤道向近极面逐渐减弱，网脊基部宽与突起高远极面分别为  $5.5-7 \mu\text{m}$  与  $8-10 \mu\text{m}$ ，赤道区分别为  $2-3 \mu\text{m}$  与  $7-8 \mu\text{m}$ ，近极面分别为约  $1 \mu\text{m}$  与  $3-4.5 \mu\text{m}$ ；三射线区网纹不完全，常为长刺或棒刺等突起纹饰代替，基部较窄，宽仅约  $1.5 \mu\text{m}$ ，突起高  $2-3.5 \mu\text{m}$ 。某些标本的网脊具参差不齐的小刺或小珠粒，分布致密；罕见褶皱，棕黄色至棕色。

**比较与讨论** 新种与斯匹次卑尔根群岛中泥盆世晚期(吉维特晚期)的 *Chelinospora*

*ligurata* (Allen, 1965, p. 729, pl. 102, figs. 1—3) 十分相似, 但后者网栉形态不规则, 其最大厚度位置多变, 同时其全模标本赤道轮廓为圆三角形, 个体较小 ( $58\ \mu\text{m}$ ), 而赤道栉相对较厚, 为  $15\text{—}16\ \mu\text{m}$  (包括网脊高), 笔者描述的 *Chelinospora ligurata* Allen (卢礼昌, 1980b, 33 页, 图版 6, 图 1—4) 与上述新种的特征更为接近, 将其归入该新种 *C. rugularis* (sp. nov.). 似较适合, 并选其中部分图照 (卢礼昌, 1980b, 图版 6, 图 2) 重新发表于此 (图版 XIX, 图 10)。

### 粗脊网栉孢 (新种) *Chelinospora robusta* (sp. nov.)

(图版 XIX, 图 4, 5, 14)

**种征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形或不规则圆形, 最大赤道直径  $67.1\ (80.5)85.8\ \mu\text{m}$  (量 18 粒), 全模标本  $70.2\ \mu\text{m}$ ; 三射线一般清楚, 简单、直或微弯曲、末端尖 (偶见两分叉)、不等长, 伸达中央区边缘或不及; 外壁表面具网状纹饰、不规则、不完全, 局部网脊 (尤其相交处) 相当粗壮, 基部宽可达  $9.4\text{—}21.8\ \mu\text{m}$ , 往上逐渐变窄、变薄、顶端 (脊背) 钝凸或钝尖, 突起高  $10.9\text{—}15.6\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 顶端或具细小的突起、或微粗糙; 网脊基部常见加宽、加厚、延伸并彼此接触或融合, 致使外壁呈明显的栉状加厚; 同时, 网穴也因此显得更略略内凹、穴底较平浅, 通常穴底直径较穴顶直径小许多, 最大穴径, 一般可达  $19.9\text{—}20.3\ \mu\text{m}$ ; 不规则网纹在近极面, 尤其三射线区, 明显减弱或仅显分散的小锥刺状突起, 或缺失; 栉状加厚主要限于远极和赤道外壁, 并略略向近极延伸、减薄; 栉最大厚度位置或在赤道、或在远极, 赤道区栉厚约  $4.7\text{—}15.6\ \mu\text{m}$ , 偶见局部可达  $15.6\ \mu\text{m}$  或更厚, 赤道轮廓线呈不规则锯齿状, 边缘凸起约  $11\text{—}15$  枚; 浅棕至深棕色。

**比较** 本新种与 *Chelinospora larga* (sp. nov.) 的颇为接近, 但后者网纹更明显、似较规则, 网脊较低 (突起高  $7\text{—}12.5\ \mu\text{m}$ ) 网穴较大 (穴直达  $14\text{—}34.3\ \mu\text{m}$ ), 网栉较薄 (一般厚约  $3.9\text{—}9.4\ \mu\text{m}$ )。

### 杯栉孢属 Genus *Cymbosporites* Allen, 1965

**模式种** *Cymbosporites cyathus* Allen, 1965

**注释** McGregor 和 Camfield (1982, p. 32) 认为 *Cymbosporites cyathus* Allen (1965, p. 725, pl. 101, figs. 8—10) 是 *Cymbosporites magnifica* (McGregor, 1960) McGregor et Camfield (1982) 同义物, 并以 *Cymbosporites magnifica* 为 *Cymbosporites* Allen (1965) 的模式种。

**分布和时代** 挪威、英国、中国, 主要为泥盆纪。

### 杯形杯栉孢 *Cymbosporites cyathus* Allen, 1965

(图版 XXX, 图 8, 9)

1965 *Cymbosporites cyathus*, Allen, p. 725, pl. 101, figs. 8—10.

1980b *Cymbosporites cyathus*, 卢礼昌, 32 页, 图版 V, 图 19—21。

1981 *Cymbosporites cyathus*, 卢礼昌, 116 页, 图版 X, 图 3。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径  $70.2\text{—}78\ \mu\text{m}$  (量 2 粒), 赤道外壁厚  $9\text{—}$



12  $\mu\text{m}$ ，锥刺致密，基部宽 3—4  $\mu\text{m}$ ，高 2—2.5  $\mu\text{m}$ ；棕或橙棕色。

**注释** 本文仍沿用 *Cymbosporites cyathus* 这一种名，因为原种征 (Allen, 1965, p. 726) 纹饰明确限定为锥刺 (刺顶具小刺)，而非象 *C. magnifica* var. *magnifica* (comb. nov.) 那样为块瘤。

*C. cyathus* 一名，笔者 (1980 b, 32 页, 1981, 116 页) 曾译为“模式杯栉孢”；为统一起见，现按 “cyathus” 原意，改译为“杯形杯栉孢”。

### 弓脊杯栉孢 *Cymbosporites arcuatus* Bharadwaj et al., 1971

(图版 XVI, 图 11, 12)

1971 *Cymbosporites arcuatus*, Bharadwaj et al., p. 156, pl.3 figs. 60—63.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓多呈近圆形，最大赤道直径 37.4 (42.9) 48.4  $\mu\text{m}$  (量 7 粒)；三射线清楚、具唇，并朝末端逐渐加宽，常见一射线末端两则分叉、伸延而呈弓脊状结构，唇一般宽 1.5—3  $\mu\text{m}$ ，伸达赤道附近；赤道和远极外壁呈明显的栉状加厚，厚 2.5—6.7  $\mu\text{m}$ ；栉表面具纹饰，以不规则颗粒为主，分布稀疏、基部彼此常不接触，粒径约 0.5  $\mu\text{m}$ ，突起低矮，在孢子轮廓线上反映甚弱；近极外壁表面无纹饰，中央区界限清楚，与周围外壁常呈突变关系，区内外壁明显较薄，并略微内凹，罕见褶皱，浅棕至深棕色。

**注释** 原种征 (Bharadwaj et al., 1971, p. 159) 纹饰描述为细块瘤 (小于 1  $\mu\text{m}$ ) 纹饰，本文描述为不规则颗粒，因为该种征中的“细块瘤”和不规则颗粒状纹饰，在透光显微镜下观察，实际上难以区分；另一方面，描述为不规则颗粒状纹饰，也便于与真正为细块瘤纹饰的 *Cymbosporites microverrucosus* 和具小锥刺纹饰的 *C. conatus* 相区分。

### 锥刺杯栉孢 *Cymbosporites conatus* Bharadwaj et al., 1971

(图版 I, 图 21, 22; 图版 XXIII, 图 11—14)

1971 *Cymbosporites conatus*, Bharadwaj et al., p. 158, pl.2, figs. 48—54.

**描述** 辐射对称三缝小孢子，赤道轮廓近圆形至宽圆三角形，最大赤道直径 35.9 (41.5) 46.8  $\mu\text{m}$  (量 26 粒)；三射线清楚、具唇、两侧微波状，近顶部一般较宽，约 2.5—3.5  $\mu\text{m}$ ，向末端逐渐变窄，常见一射线末端唇较发育，并向两侧明显延伸，致使相应部位外壁显得略厚，几乎伸达赤道边缘；赤道和远极外壁栉状加厚明显，在赤道显得最厚，并常在某一辐射区更明显，一般厚 5.6—6.7  $\mu\text{m}$ ，甚者可达 7.8—10.9  $\mu\text{m}$ ；近极中央区界限不明显，与周围外壁呈逐渐过渡关系；栉表面具纹饰，以小锥刺为主，分布不规则，基部彼此或接触，基宽 1.5—2.5  $\mu\text{m}$ ，略大于突起高，在赤道轮廓线上，呈细锯齿状，不规则，且柔弱，突起约 29—54 枚；近极外壁较薄，表面不具纹饰；罕见褶皱，浅棕至深棕色。

**比较** 形态特征与本文描述的 *Cymbosporites microverrucosus* 和 *C. arcuatus* 较接近，但纹饰类型各不相同，后两种分别为小块瘤和颗粒，并且它们栉的内缘界限均较明显。

### 细瘤杯栉孢 *Cymbosporites microverrucosus* Bharadwaj et al., 1971

(图版 V, 图 13—17; 图版 X, 图 9—11)

1971 *Cymbosporites microverrucosus*, Bharadwaj et al., p.157, pl.2, figs. 37—43.

**描述** 辐射对称三缝小孢子;赤道轮廓多呈圆形或近圆形,偶见宽圆三角形,最大赤道直径  $26.5(33.9)40.6\ \mu\text{m}$  (量 34 粒);三射线清楚、或具唇,宽  $1.6$  或  $2\ \mu\text{m}$  左右,约等于孢子半径长或稍短;赤道和远极外壁呈明显的栎状加厚,在赤道区厚  $3.5-4.7\ \mu\text{m}$ ;远极区栎表面具纹饰,以细块瘤或小圆瘤为主,或间夹小刺状突起;块瘤基部轮廓不规则,最大基宽  $1.6-2\ \mu\text{m}$ ,并略大于突起高,相邻纹饰基部彼此很少接触,偶见局部连结呈串珠状或小蠕虫状,顶部钝圆,其上或具小刺;纹饰在远极-赤道区似较粗壮、拥挤,赤道边缘常呈微波状或局部细齿状(瘤上具小刺所致);近极中央区界限清楚,与周围外壁呈突变关系,区内外壁微微内凹,表面具明显的小圆瘤至细块瘤状纹饰(特征与远极栎面纹饰相似),其余表面(除三射线末端前极小部分外)光滑、无纹饰(图版 X, 图 9—11),罕见褶皱,浅黄棕至深棕色。

**比较与讨论** 现今描述的 *Cymbosporites microverrucosus* 标本较云南婆兮泥盆纪的同种标本 (Bharadwaj et al., 1971, pl.2, figs. 37—43) 保存更完好,特征更明显。在扫描电子显微镜图片佐证下,笔者对原种征作了某些必要的修订和补充(如近极外壁表面,尤其中央区外壁表面并非纹饰缺失等);同时,笔者原先置于 *Apiculiretusispora microverrucosa* 描述的沾益龙华山的大部分标本(卢礼昌, 1980b, 15 页,图版 III, 图 9,10,16—18),现经进一步观察表明,赤道和远极外壁应视为具栎状加厚,而不是“弓形脊加厚”,也不仅仅是“外壁在赤道部位加厚”,其主要特征应与 *C. microverrucosus* 最为相似,因此,种名 *Apiculiretusispora microverrucosa* 予以废弃。

### 齿状环杯栎孢 *Cymbosporites dentatus* Lu, 1980

(图版 XXXI, 图 4)

1980b *Cymbosporites dentatus*, 卢礼昌, 33 页,图版 IV, 图 22—24。

**描述** 孢子赤道轮廓钝角三角形,最大赤道量度  $65.5\ \mu\text{m}$ ;浅棕至棕色。

**注释** 原种征(卢礼昌, 1980b, 33 页)为“赤道和整个远极面覆以瘤状纹饰,夹杂少数锥刺,赤道轮廓线呈不规则齿状或钝齿状”。可能是笔误,应将“瘤状纹饰”改为“齿状纹饰”。

### 大杯栎孢内孢型变种(新组合) *Cymbosporites magnifica* var. *endoformis* (Owens) (comb. nov.)

(图版 VI, 图 15)

1960 *Lycospora magnifica* forma *endoformis*, McGregor, p. 24, pl. 12, figs. 9,10.

1971 *Verruciretusispora magnifica* var. *endoformis*, Owens, p.24, pl.5, fig.7.

1981 *Verruciretusispora magnifica* var. *endoformis*, 卢礼昌, 103 页,图版 IV, 图 10,11。

**描述** 孢子最大赤道直径  $72-85.8\ \mu\text{m}$ ;内孢体的界限不如四川渡口的同种标本(卢礼昌, 1981) 清楚;橙棕色。

### 大杯栎孢大变种(新组合) *Cymbosporites magnifica* var. *magnifica* (Owens) (comb. nov.)

(图版 VI, 图 9,12—14)

1960 *Cycospora magnifica*, McGregor, p.35, pl.12, fig.5; pl.13, figs. 2—4.



- 1971 *Verruciretusispora magnifica* var. *magnifica*, Owens, p.22, pl.5, figs. 1—6.  
 1980b *Verruciretusispora magnifica* var. *magnifica*, 卢礼昌, 17 页,图版 III, 图 5—8。  
 1981 *Verruciretusispora magnifica* var. *magnifica*, 卢礼昌, 103 页,图版 IV, 图 3—6。  
 1982 *Cymbosporites magnifica*, McGregor and Camfield, p.32, pl.6, figs. 4,5.

**描述** 孢子最大赤道量度  $81.1—96\ \mu\text{m}$  (量 6 粒), 平均  $84.4\ \mu\text{m}$ ; 橙棕至棕色。

当前新组合种与 *Cymbosporites magnifica* var. *endoformis* 的主要差别在于缺乏内孢体。

**注释** McGregor 和 Camfield (1982, p. 32) 的 *Cymbosporites magnifica* 不仅包括具内孢体的分子在内, 而且被视为该形态属 *Cymbosporites* 的模式种。很显然, 它与本文所应用的 *Cymbosporites magnifica* var. *magnifica* (comb. nov.) 概念不完全相同。

### 皱脊状杯栎孢(新种) *Cymbosporites rhytideus* (sp. nov.)

(图版 X, 图 6—8; 图版 XXI, 图 11—13)

**种征** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近三角形至近圆形, 最大赤道量度  $70.2(76.7)82.7\ \mu\text{m}$  (量 6 粒), 全模标本  $81.1\ \mu\text{m}$ , 副模标本  $79.6\ \mu\text{m}$ ; 三射线细柔或不清楚, 唇在三射线顶部较弱或缺失, 朝末端逐渐加强, 至末端最发育(或粗壮), 并略微突起, 最宽约  $3\ \mu\text{m}$ , 伸达中央区边缘; 赤道和远极外壁呈明显的栎状加厚, 赤道栎厚可达  $7.8—12.5\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 远极栎表面具锥刺状纹饰, 分布不规则, 基部彼此常连结成脊, 脊较短、较窄、或彼此交结成不规则网状结构(在透光显微镜下尤其明显), 单个纹饰基宽略等于突起高, 为  $1—2.3\ \mu\text{m}$ , 顶端尖; 赤道边缘呈不规则细锯齿状、凸起为  $47—75$  枚; 近极外壁表面光滑, 无纹饰, 中央区界限清楚, 与周围外壁常呈突变关系, 区内外壁明显较薄, 常微微内凹或破损; 罕见褶皱, 浅棕黄至深棕色。

**比较** 新种的形态和纹饰与本文描述的 *Cymbosporites conatus* 很接近, 但后者孢子较小 ( $35.9—46.8\ \mu\text{m}$ ), 三射线较长(几乎伸达赤道), 唇较发育; 纹饰基部常不接触, 更不连结成脊, 近极中央区界限不明显, 彼此差别显著。

### 周壁孢属 Genus *Perotrilites* (Erdtman 1945, 1947) ex Couper, 1953

**模式种** *Perotrilites granulatus* Couper, 1953

**分布和时代** 世界各地, 晚古生代、中生代为主。

### 锥刺周壁孢 *Perotrilites conicus* Lu, 1980

(图版 XII, 图 6, 7)

1980b *Perotrilites conicus*, 卢礼昌, 22 页, 图版 IX, 图 1—3。

**描述** 孢子赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径  $67.1(73.8)81.1\ \mu\text{m}$  (量 5 粒); 浅棕至棕色。

**注释** 在某些略有破损的标本上(如图版 XII, 图 7), 外壁可见不规则粗肋条状或棒状内结构, 并略呈辐射状排列; 此特征在龙华山同种分子(卢礼昌, 1980b) 中不曾见到。

## 环囊孢属 Genus *Endosporites* Wilson et Coe emend. Bharadwaj, 1965

模式种 *Endosporites ornatus* Wilson et Coe, 1940

分布和时代 世界各地,晚古生代。

### 环囊孢(?) (未定种) *Endosporites* (?) sp.

(图版 XV, 图 7)

**描述** 赤道轮廓宽圆三角形, 大小  $109.2\ \mu\text{m}$ ; 三射线不清楚; 外壁两层: 内层厚约  $1.5\ \mu\text{m}$ , 表面细刺-粒状, 由其形成的内孢体近圆形, 直径约  $50\ \mu\text{m}$ , 沿边缘多褶皱; 外层表面粗糙至鲛点状或具不规则小颗粒状纹饰(结构?); 环宽, 最大量度约  $36\ \mu\text{m}$ , 环内侧部分较外侧部分略厚(色较深), 边缘厚约  $1\ \mu\text{m}$ , 具内颗粒状结构, 浅棕或棕黄色。

**注释** 仅发现一粒, 且保存欠佳, 外壁两层和具环等特征看来较明显, 但其他特征, 则因浸解过头而难以识别, 故保留地放在 *Endosporites* 属名下。

## 光面囊环孢属 Genus *Auroraspora* Hoffmeister, Staplin et Malloy emend. Richardson, 1960

模式种 *Auroraspora solisortus* Hoffmeister et al., 1955

**属征** 辐射对称单囊三缝孢子; 内孢体(中央体)边缘清楚, 完全被一囊状物所包围; 囊不具缘, 表面光滑无饰。

**比较** 本属与 *Endosporites* Wilson et Coe (1940) 较为近似, 但两属仍有明显的差异, 即后一属的孢子赤道轮廓被一缘所环绕, 而前一属的则否; 在形态方面, 本属也可与 *Cosmosporites* Richardson (1960) 对比, 但后一属的分子表面具明显的纹饰。

**注释** Richardson (1960, p. 49) 在阐述修订 *Auroraspora* 的理由时, 曾强调指出, *Auroraspora* 和 *Endosporites* 的主要差别, 就在于后者的孢子具缘, 而前者不具此特征 (Hoffmeister, Staplin and Malloy, 1955, 则未曾提及)。在区分这些看来较为近似的单囊三缝孢子时, 该特征具有一定的实用价值。

**分布和时代** 中国、欧美各国, 主要为中、晚泥盆世和石炭纪。

### 光面囊环孢(未定种 1) cf. *Auroraspora* sp. 1

(图版 XXIX, 图 7, 8)

**描述** 小孢子, 赤道轮廓三角形, 角部钝凸, 三边略微突出, 大小  $46.8-62.4\ \mu\text{m}$  (量 2 粒); 内孢体轮廓清楚、圆形, 大小  $25-32.8\ \mu\text{m}$ ; 三射线不清楚, 或开裂成一凹边三角形开口, 或具三放射状褶皱, 并伸达赤道; 囊环透明, 有边无缘, 常具细条纹状褶皱、表面光滑, 但常具内颗粒状结构, 囊环常略大于内孢体半径长, 通常辐射区较宽,  $14-18.7\ \mu\text{m}$ , 辐间区较窄,  $11-12.5\ \mu\text{m}$ ; 内孢体较囊环坚实, 半透明, 表面具刺状突起, 突起以低锥刺(高约  $2\ \mu\text{m}$ ) 或长锥刺为主, 长锥刺下部呈圆锥形, 基底宽, 约  $3\ \mu\text{m}$ , 上部呈棒刺状或为两侧近于平行的长刺状, 粗约  $1\ \mu\text{m}$ , 全长  $6.2-9.4\ \mu\text{m}$  刺顶端微微膨胀或极小两分叉; 囊环浅棕黄色, 内孢体棕色。



**注释** 标本发现较少,保存欠佳。孢子赤道无缘,但也不是典型的“有边无缘”,因此保留地归入 *Auroraspora* 属。

### 光面囊环孢(未定种2) cf. *Auroraspora* sp. 2

(图版 XXXIII, 图7)

**描述** 小孢子,赤道轮廓近圆形,最大赤道直径  $54.6\ \mu\text{m}$ ,内孢子体直径  $26.5\ \mu\text{m}$ ,囊环宽约  $14\ \mu\text{m}$ 。其他特征与 cf. *Auroraspora* sp. 1 相似。

### 刺面具腔孢属 Genus *Grandispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy emend. McGregor, 1973

**模式种** *Grandispora spinosa* Hoffmeister et al., 1955

**属征** 具腔三缝小孢子,内层和外层赤道轮廓近圆形或宽三角形;内层光滑或具微细结构或为小纹饰;外层不甚厚,表面具块瘤、长刺、锥刺或双型成分的纹饰,主要位于远极面,或延伸至近极-赤道部位;极压标本外层延伸呈一假环。

**讨论** Playford (1971, p.45)曾修订过 *Grandispora* 的定义,他似乎仍然强调了外壁内层与外层之间的关系或内外层分离的程度,并将纹饰成分限于单一的刺状或锥刺状的分子;本文倾向地采用 McGregor(1973)修订的 *Grandispora* 属征,正如,McGregor(1973, p. 58)所强调的那样,要确定孢壁层所具空腔的范围或它们粘贴的性质,除非有理想的侧压标本,否则,是困难的;同时,绝大多数的鉴定工作是在透光显微镜下,而且是在没有孢子微切片的情况下进行的。但在允许的纹饰范围方面,笔者认为,若也按 McGregor 的意见将某些具块瘤或双型纹饰成分的具腔分子,一同归入 *Grandispora* 属内似乎欠妥,因为刺和瘤以及单型和复型纹饰,在形态特征方面具有明显的差异,而且通常也具有划分属的意义,所以本文虽然采用 McGregor (1973) 修订的 *Grandispora* 属征,但未包括具块瘤和复式纹饰的腔状分子在内。

**注释** McGregor (1973)之所以把具块瘤和复式纹饰的分子也归入他修订的 *Grandispora* 属内,很可能与他当时修订该属时,将 *Samarisporites* 的分子也包括在内有关[后来,他和他的同著者 (McGregor and Camfield, 1982, p. 43) 确认,“早先 McGregor (1973) 关于 *Samarisporites* 为 *Grandispora* 的后期同物异名是错误的。”]

**分布和时代** 欧美、中国,主要为泥盆纪和石炭纪。

### 清楚刺面具腔孢(新种) *Grandispora distincta* (sp. nov.)

(图版 XII, 图1—5)

**种征** 小孢子,极面观内层与外层轮廓近乎一致,多呈近圆形至近三角形;侧面观远极面呈半圆球形,近极面中央区明显内凹,其余部分微凸;最大赤道直径  $65.5\ (75.9)\ 87.4\ \mu\text{m}$  (量23粒),全模标本  $78\ \mu\text{m}$ ,副模标本  $81.2\ \mu\text{m}$ ;三射线直,但常因唇遮盖而不清楚,伸达内层附近或不及;唇微凸起、波状、发育不均匀,常见一射线末端及其两侧部位分外粗壮,甚者可略超出赤道并高起,一般宽  $2.5\text{--}5\ \mu\text{m}$ ,突起高约  $5\ \mu\text{m}$ ;外壁由两层组成:内层表面光滑、相当厚实(约  $4.5\ \mu\text{m}$  左右),但常不可量,侧压标本表明,在近极中央区和整个远极面,内层与外层彼此似紧贴;外层较内层薄得多,在赤道区呈环状延伸,“环”

膜状、透明、厚约  $1.5-2\ \mu\text{m}$ ；纹饰主要位于外层远极面，常以小刺或锥刺为主，分布稀疏，基部彼此常不连结，锥刺基部较宽，可达  $2.4-6.7\ \mu\text{m}$ ，高约  $2-3.5\ \mu\text{m}$ ；向上突然变窄，并延伸呈一小刺，高约  $1-3\ \mu\text{m}$ ；环上纹饰多为小锥刺，远极面纹饰更稀疏和低矮，基宽仅  $1.5-3\ \mu\text{m}$ ，高约  $2\ \mu\text{m}$ ，偶见少数长刺（高约  $3.5\ \mu\text{m}$ ）；赤道轮廓线呈不规则细锯齿状，可见小突起约 30 枚；近极表面无纹饰；罕见褶皱，浅棕黄至棕色。

**比较** 本新种的形态和大小与斯匹次卑尔根群岛早泥盆世晚期（艾姆斯期）的 *Grandispora diamphida* Allen (1965, p. 733, pl. 103, figs. 1—3) 最为接近，但后一种的外层较厚 ( $2-4\ \mu\text{m}$ )，纹饰较粗（刺基宽  $3-6\ \mu\text{m}$ ）、较长（刺长  $3-10\ \mu\text{m}$ ），且锥刺形态常呈瓶颈状，甚至顶部或具小的两分叉突起，彼此差异更为显著；与苏联中泥盆世晚期（吉维特期）的 *Hymenozonotriletes spinosus* Naumova (1953, p. 40, pl. 4, fig. 9) 的形态特征也相当近似，但后一种孢子个体大得多 ( $150-160\ \mu\text{m}$ )，几乎为本新种的两倍；纹饰成分与加拿大早石炭世（密西西比纪）的 *Grandispora echinata* Hacquebard (1957, p. 317) 较接近，但后者孢子内层相当薄，外层在赤道具窄缘。

### 刺面具腔孢(未定种) *Grandispora* sp.

(图版 XX, 图 9)

**描述** 小孢子，内层与外层赤道轮廓均呈宽圆三角形或近三角形，大小  $138\ \mu\text{m}$ ；三射线不清楚，被三放射状外壁外层的褶皱所覆盖，几乎伸达赤道边缘；外壁两层：内层表面无纹饰，由其形成的内孢体界限仅隐约可见，赤道半径略为相对部位的孢子半径的  $3/5$ ，外层具内点状结构，至少在赤道部位与内层分离明显，除近极中央区外，表面覆以稀疏的刺状纹饰，但多脱落不见，可见锥刺基部宽  $5.6-7.8\ \mu\text{m}$ ，向上逐渐变窄，高  $6.7-9\ \mu\text{m}$ ，顶端常具一小针或小刺，弯曲，末端尖或具两分叉趋势，高约  $3-4\ \mu\text{m}$ ；浅棕至浅棕黄色。

**注释** 仅发现一粒，且保存欠佳；形态特征与 *Spinozonotriletes cassideus* Owens (1971, p. 55) 的分子有些近似，但后者纹饰较密、较粗（基宽  $4-15\ \mu\text{m}$ ，突起高  $22-50\ \mu\text{m}$ ）。

### 棒面具腔孢属 Genus *Rhabdosporites* Richardson emend. Marshall et Allen, 1982

**模式种** *Rhabdosporites langii* (Eisenack) Richardson, 1960

**属征(修订)** 辐射对称具腔三缝小孢子，赤道轮廓圆形至三角形；外壁两层：内层光滑，仅在近极与外层紧贴，其余部分与外层分离；外层具缘或否，表面覆以低矮的棒、锥刺和颗粒纹饰。模式种标本大小 (Eisenack, 1944, pl. 2, fig. 4)  $174\ \mu\text{m}$ ，内孢体  $132\ \mu\text{m}$ 。

**讨论** 在 Richardson (1960) 的 *Rhabdosporite* 原来概念中，纹饰形态仅限于分布均匀、排列致密、两侧平行、顶端平截的“棒”和“囊” (bladder)，不具缘 (limbus)。然而，正如 Marshall 和 Allen (1982) 以及 McGregor 和 Camfield (1982) 几乎是同时指出的那样，后来的许多孢粉学者，把具有或同时（除棒外）具有颗粒、锥刺和小刺等纹饰的分子也归到 *Rhabdosporites* 属名下描述，并且他们分别对该属的特征作了相应的修订或扩充。所不同的是 McGregor 和 Camfield (1982, p. 59) 的“扩充属征” (“expanded diagnosis”) 仅限于纹饰类型范围的扩大；而 Marshall 和 Allen (1982, p. 294) 两人，除纹饰外，还涉及



到外层是否具缘的讨论。据 Owens (1971) 认为, 他描述加拿大的 *Rhabdosporites langii* 标本常具缘; Richardson (1960) 描述苏格兰的同种标本 (pl. XIV, figs. 8, 9) 也具缘, 只是 Richardson 本人未提及这一特征而已。现从 McGregor 和 Camfield (1982) 报道的北极加拿大的 *Rhabdosporites langii* 标本(图版 17, 图 6—11, 13) 看, 缘也较清楚。同时由于模式种 *Rhabdosporites langii* 外层常具缘, 所以笔者倾向采用 McGregor 和 Camfield (1982) 修订的 *Rhabdosporites* 属征。

归入上述修订属征的孢子纹饰类型较杂和外层又常具缘等特征与 *Geminospora* Balme emend. Playford (1983) 的某些分子很相似, 但这些分子外壁外层相当厚实, 它在赤道边缘的反映是壁厚而不是缘宽, 彼此很不相同。

**注释** 笔者 (1980b) 曾将 *Rhabdosporites* 译为“棒面孢属”, 现觉欠妥, 改译为“棒面具腔孢属”。

**分布和时代** 英国、中国, 泥盆纪。

### 桩状棒面具腔孢 *Rhabdosporites micropaxillus* Owens, 1971

(图版 XV, 图 10, 11)

1971 *Rhabdosporites micropaxillus*, Owens, p. 49, pl. XV, figs. 3—7.

**描述** 小孢子, 赤道轮廓圆形或不规则圆形, 最大赤道直径  $88.9—96.7\ \mu\text{m}$  (量 2 粒), 内孢体直径  $45.2—54.6\ \mu\text{m}$ ; 三射线可见或不清楚, 等于内孢体半径长; 外壁两层、腔状, 内层表面光滑, 厚约  $1\ \mu\text{m}$ , 由其形成的内孢体轮廓圆形; 外层薄、多皱, 表面具细颗粒状或刺状纹饰, 密度中等, 粒度均匀, 粒径  $1\ \mu\text{m}$  (或略小), 突起低, 高仅  $0.5\ \mu\text{m}$  左右, 在赤道轮廓线上反映甚弱; 缘不明显; 浅棕至棕色。

**注释** 图版 XV, 图 10 标本中央区粘有外来杂质, 几乎遮盖了整个内孢体。

### 棒面具腔孢(比较种) *Rhabdosporites* cf. *cymatilus* Allen, 1965

(图版 XX, 图 15)

**描述** 大小  $72\ \mu\text{m}$ ; 黄棕色。形态特征与沾益龙华山的 *Rhabdosporites* cf. *cymatilus* (卢礼昌, 1980b) 十分相近, 但保存欠佳, 数量也少, 所以种的鉴定仍作保留。

### 瘤面单缝孢属 Genus *Thymospora* Wilson et Venkatachala, 1963

**模式种** *Thymospora thiessenii* (Kos.) Wil. et Venk., 1963

**分布和时代** 世界各地, 古、中生代。

### 不完全瘤面单缝孢(新种) *Thymospora imperfecta* (sp. nov.)

(图版 XXXIV, 图 1—3)

**种征** 两侧对称单缝孢子, 赤道轮廓卵圆形, 大小 (量 5 粒):  $31—40.6 \times 45.2—49\ \mu\text{m}$ , 全模标本:  $40.6 \times 49\ \mu\text{m}$ ; 单缝清楚至可见, 简单, 约为长轴的  $3/4—4/5$ ; 近极外壁较薄, 厚约  $1\ \mu\text{m}$ , 表面无纹饰, 具细颗粒状内结构; 纹饰限于近极-赤道区和整个远

极面,以瘤状凸起为主,基部轮廓常呈不规则圆形,基部彼此或连结成脊,基宽 $3-6.2\ \mu\text{m}$ ,高 $0.5-2\ \mu\text{m}$ ,顶部钝凸或圆凸,表面光滑;赤道和远极外壁较厚,约 $1.5-3.2\ \mu\text{m}$ ;罕见褶皱;赤道轮廓线为不规则宽波状或凹凸不平;浅棕至棕色。

**比较** 新种与 Smith 和 Butherworth (1967, p. 291) 描述的 *Thymospora pseudo-thiessenii* 最为近似,但后者纹饰较粗壮(基宽达 $7.5\ \mu\text{m}$ )、较密,且在瘤间见有小颗粒。

**注释** 沾益龙华山的 *Thymospora* sp. (卢礼昌, 1980b) 与上述新种极为相似, 现并归入该新种, 并将原图照 (卢礼昌, 1980b, 图版 IX, 图 11), 在本文重新发表 (图版 XXXIV, 图 1)。

### 网面单缝孢属(新属) *Genus Reticulatamonoletes* (gen. nov.)

**模式种** *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)

**属征** 两侧对称单缝孢子, 赤道轮廓椭圆形, 侧面观豆形或肾形; 单缝可见至清楚, 约等于孢子长轴; 外壁厚实, 表面具明显的网状纹饰, 网脊粗、网穴大, 主要分布近极-赤道区和整个远极面。模式种大小幅度:  $78-90.5 \times 46.8-60.8\ \mu\text{m}$ 。

**比较** 上述新单缝孢属与同时代的单缝孢属 *Archaeoperisaccus* Naumova emend. McGregor (1969) 的形态特征有某些相似, 但彼此差异更为明显: 归入本新属的分子, 其外壁厚实、仅一层、不具腔、不成囊; 同时, 它的网脊粗, 网穴大, 即使 *Archaeoperisaccus* 的某些分子具网状纹饰, 也相当细弱。也许值得提及的是, 下列描述的两新种常与本文描述的 *Archaeoperisaccus scabratus* Owens 等分子产于同一样品中, 甚至可在同一玻片内发现。

**分布和时代** 云南沾益史家坡, 中泥盆世晚期。

### 窄脊网面单缝孢(新属、新种) *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)

(图版 XXXIV, 图 13—17; 插图 8)

**种征** 单缝小孢子, 赤道轮廓椭圆形至宽椭圆形, 侧面轮廓豆形或肾形, 赤道量度  $78-90.5 \times 46.8-60.8\ \mu\text{m}$  (量 12 粒), 平均  $82.6 \times 57.1\ \mu\text{m}$ ; 全模标本  $78 \times 60.8\ \mu\text{m}$ ; 单射线一般清楚至可见, 常具唇, 宽  $2.3-3\ \mu\text{m}$ , 约等于孢子长轴; 外壁厚实, 远极外壁通常较厚, 约  $2-6\ \mu\text{m}$ , 近极外壁 (尤其射线区) 较薄, 约  $1.5-4\ \mu\text{m}$ , 表面光面至相当粗糙 (近极面); 网状纹饰主要分布于近极-赤道区和整个远极面, 近极面纹饰明显减弱或仅见

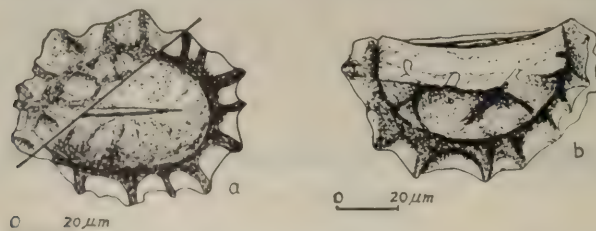


插图 8 *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)

a. 极面观 (Polar view); b. 侧面观 (Lateral view) [参照图版 XXXIV, 图 13, 14 和图 16 (cf. Pl. XXXIV, figs. 13, 14, 16)]



稀疏的小锥刺突起(退化了的网脊?),或缺失;网脊粗,基部宽 3—4  $\mu\text{m}$ , 往上逐渐变窄至顶端钝凸或钝尖,突起高(在赤道边缘) 4.9—9.4  $\mu\text{m}$ , 表面光滑至内点状结构;网穴大,常呈不规则四边形至多边形,一般穴径 9—16  $\mu\text{m}$ , 最大穴径可大于 20  $\mu\text{m}$ , 穴底平浅,微微内凹,远极面穴深 3—4  $\mu\text{m}$ ;赤道轮廓线呈不规则波状,边缘凹穴 16—24 眼,罕见褶皱,浅棕至棕色。

**比较** 新种与 *Reticulatamonoletes robustus* (gen. et sp. nov.) 形态较近似,但 *R. robustus* 网纹不典型或不规则,网脊明显较粗壮(基部宽 7.8—14  $\mu\text{m}$ ),网穴较大(19—31  $\mu\text{m}$ )。

### 粗网网面单缝孢(新属、新种) *Reticulatamonoletes robustus* (gen. et sp. nov.)

(图版 XXXIV, 图 9—12)

**种征** 单缝小孢子,赤道轮廓宽椭圆形至卵圆形,赤道量度, 87.4—115.4 $\times$ 62.4—71.8  $\mu\text{m}$  (量 7 粒), 平均 101.8 $\times$ 67  $\mu\text{m}$ , 全模标本 93.6 $\times$ 71.8  $\mu\text{m}$ ;单射线在强光束下清楚至可识别,具唇,宽 1.6—5.5  $\mu\text{m}$ , 常超越单射线末端,向赤道附近延伸;外壁厚实,偏极压标本,赤道-近极区外壁厚约 5  $\mu\text{m}$ , 赤道-远极区外壁厚 6.2  $\mu\text{m}$ , 表面光滑、半透明,外壁内表面具细弱的刺粒状纹饰(图版 XXXIV, 图 9);网状纹饰不典型或不规则,分布限于近极-赤道区和整个远极面,网脊粗壮,表面光滑,内点状至细颗粒状结构或很清楚,基宽 7.8—14  $\mu\text{m}$ , 网脊高(赤道区) 11—18.7  $\mu\text{m}$ , 顶部平凸或微凸,网穴宽大,常呈多边形或不规则,最大穴径 19—31  $\mu\text{m}$ ;网穴平浅,赤道轮廓线微凹凸不平、边缘凹穴 11—17 眼,罕见褶皱,浅棕至深棕色。

### 古周囊孢属 Genus *Archaeoperisaccus* Naumova emend. McGregor, 1969

**模式种** *Archaeoperisaccus menneri* Naumova, 1953

**分布和时代** 苏联、美国、加拿大和中国,中、晚泥盆世。

### 粗糙古周囊孢 *Archaeoperisaccus scabratus* Owens, 1971

(图版 XXXIV, 图 6)

1979 *Archaeoperisaccus scabratus*, Owens, p. 69, pl. XXI, figs. 7—13.

**描述** 两侧对称单缝小孢子,赤道轮廓椭圆形或卵形,赤道量度 89 $\times$ 69  $\mu\text{m}$ , 内孢体 60 $\times$ 29  $\mu\text{m}$ ;单缝可见,直,被半透明褶脊覆盖,褶脊中部最宽,可达 10  $\mu\text{m}$ , 向两头逐渐变窄,超越本体伸达赤道附近;外壁两层:内层(由其形成本体)薄,表面光滑,界限清楚与孢子赤道轮廓基本一致,外层也薄,与内层紧贴,并在赤道约等距离延伸,并成囊环,宽约 16  $\mu\text{m}$ , 具海绵状至内颗粒状结构,表面微粗糙,赤道轮廓线上,常呈微弱的细颗粒状突起;浅棕色。

**比较** 本种的形态与云南沾益西冲的 *Archaeoperisaccus oviformis* Lu (卢礼昌, 1980a 502 页)很相似,但后者外层在赤道区与内层常完全分离,且囊环不等宽;与本文描述的

*Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.) 的区别在于: 后者内层(本体), 界限不清楚, 外层常具短轴方向的褶皱。

### 不清楚古周囊孢(新种) *Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.)

(图版 XXXIV 图 7, 8)

1980a *Archaeoperisaccus* cf. *scabratus*, 卢礼昌, 图版 I, 图 2—5。

1980b *Archaeoperisaccus* cf. *scabratus*, 卢礼昌, 37 页, 图版 IX, 图 8, 9。

**种征** 两侧对称单缝孢子, 赤道轮廓卵圆形, 赤道量度  $76.4—102.5 \times 51.8—68.1 \mu\text{m}$  (量 37 粒), 平均  $84.3 \times 60.9 \mu\text{m}$ , 本体轮廓多呈椭圆形, 大小  $51.5—62.4 \times 29—34.3 \mu\text{m}$  (量 19 粒), 平均  $56.2 \times 31.7 \mu\text{m}$ ; 全模标本  $90.5 \times 64 \mu\text{m}$ , 本体  $59.3 \times 40.6 \mu\text{m}$ ; 单缝常被外层褶皱遮盖而不清楚, 褶皱明显色深、中部较宽, 约  $6—10 \mu\text{m}$ , 向两端逐渐变窄, 并延伸至赤道, 于近末端宽  $2—3.5 \mu\text{m}$ ; 外壁两层, 内层厚约  $1 \mu\text{m}$ , 表面光滑, 由其形成的本体卵圆形, 颜色较深, 界限隐约可见, 外层表面微粗糙、细颗粒状内结构明显、致密, 粒间负网状结构清楚, 似较内层略薄, (远极面?) 具褶皱、带状、一条或多条, 常呈短轴方向排列; 囊环通常于孢子两端稍宽, 两侧稍窄, 但相差不甚明显, 一般宽  $12.5—18.7 \mu\text{m}$ , 在浸解过头的标本上(图版 XXXIV, 图 7), 边缘呈柔弱的细颗粒状凸起(高约  $0.5 \mu\text{m}$ ); 浅黄至浅黄棕色。

**比较与讨论** 本新种与 *Archaeoperisaccus scabratus* (Owens, 1971) 颇相似, 但差别仍较明显, *A. scabratus* 内层界限清楚可见, 外层罕见褶皱, 且排列不规则。另将沾益龙华山发现的 *A. cf. scabratus* 标本(卢礼昌, 1980a, b) 归入本新种, 并将原图之一(卢礼昌, 1980a, 图版 I, 图 4) 重新发表。

### 锚刺孢属 Genus *Hystricosporites* McGregor, 1960

**模式种** *Hystricosporites delectabilis* McGregor, 1960

**分布和时代** 世界各地, 泥盆纪。

### 小锚锚刺孢 *Hystricosporites microancyreus* Riegel, 1973

(图版 XXVI, 图 13, 14)

1973 *Hystricosporites microancyreus*, Riegel, S. 88, Taf. 12, Fig. 6—8; Taf. 13, Fig. 1—3.

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形, 最大赤道直径(锚刺除外)  $72—85.8 \mu\text{m}$ , 三射线常不清楚, 伸达赤道附近; 侧面观, 近极面微突起, 高达  $20—25 \mu\text{m}$ , 远极面宽半圆球形至超半圆球形, 孢子极轴长  $78—84 \mu\text{m}$ ; 赤道外壁和整个远极外壁表面覆以锚刺状饰纹, 分布稀疏, 基部彼此常不接触, 一般基部较宽,  $4.9—7.8 \mu\text{m}$ , 往上逐渐变窄, 至顶端宽仅  $1—2.3 \mu\text{m}$ , 末端两分叉柔弱、短小, 或仅具两分叉趋势; 刺干表面光滑, 透明至半透明, 较短、常不足孢子半径的  $1/3$ ; 赤道轮廓线光滑, 边缘突起  $15—21$  枚; 外壁厚实, 不透明, 不可量, 罕见褶皱; 橙棕至棕色。

**比较** 本种的形态与本文描述的 *Hystricosporites germinis* 较接近, 但后者赤道轮廓线毛糙, 近极更强烈隆起, 最高可大于远极极轴长(侧面观), 锚刺较修长 ( $20—38 \mu\text{m}$ ), 末



端分叉较明显；与联邦德国早泥盆世晚期的同种标本 (Riegel, 1973), 在形态和大小方面都可比较, 只是本文描述的标本外壁仅一层, 而未见两层。

**注释** 沾益龙华山剖面的 *Hystricosporites* cf. *microancyreus* (卢礼昌, 1980b, 19 页), 当时因“仅见两粒且保存欠佳”而“保留地归入该种名下”, 现经重新观察与对比, 其特征与 *H. microancyreus* 颇为相似, 或可归入该种名下。

### 三角形锚刺孢 *Hystricosporites triangulatus* Tiwari et Schaarschmidt 1975

(图版 XXIII, 图 8—10)

1975 *Hystricosporites triangulatus*, Tiwari et Schaarschmidt, p. 30, pl. 13, fig. 6, text-fig. 21.

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近三角形, 三边常微凸, 角部锐凸或一角较锐; 最大赤道量度 (锚刺除外)  $57.7 (63.1) 73.7 \mu\text{m}$  (量 12 粒); 三射线伸达赤道边缘, 但常因三射唇覆盖而不清楚, 唇粗壮, 表面相当粗糙或呈海绵状, 最宽可达  $7.8—15.6 \mu\text{m}$ , 突起高达  $7.8—23.4 \mu\text{m}$ , 近极表面无明显纹饰, 但相当粗糙, 其余外壁表面覆以锚刺状纹饰, 基部较宽或呈球茎状, 宽  $7—12.5 \mu\text{m}$ , 往上逐渐变窄或迅速变窄, 近顶端宽  $2.3—3.1 \mu\text{m}$ , 末端两分叉, 叉尖长  $3—6.2 \mu\text{m}$ , 刺干表面常较外壁光滑, 具内结构, 长  $15.6—23.4 \mu\text{m}$ , 约为孢子半径的  $1/2$ ; 赤道边缘突起 19—26 枚。远极外壁较厚实, 表面光滑或鲛点状结构 (图版 XXIII, 图 9), 罕见褶皱, 棕黄至深棕色。

**比较** 当前种与本文描述的 *Hystricosporites microancyreus* 和 *H. germinis* 较接近, 主要差别在于它的赤道轮廓为明显三角形和刺末端两分叉明显 (叉尖长达  $3—6.2 \mu\text{m}$ )。沾益史家坡的标本特征与联邦德国艾费尔地区同种名的全模标本 (Tiwari et Schaarschmidt, 1975, pl. 13, fig. 6) 最为相似, 但与它的其余标本 (pl. 13, figs. 7—9) 则相差较明显, 其锚刺一般较修长 (等于甚至大于孢子半径), 并且刺干两边近于平行。

### 花蕾形锚刺孢 *Hystricosporites germinis* Lu, 1981

(图版 VIII, 图 2, 7; 插图 9)

1981 *Hystricosporites germinis*, 卢礼昌, 106 页, 图版 V, 图 5, 6。

**补充描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形至圆三角形, 最大赤道直径 (锚刺

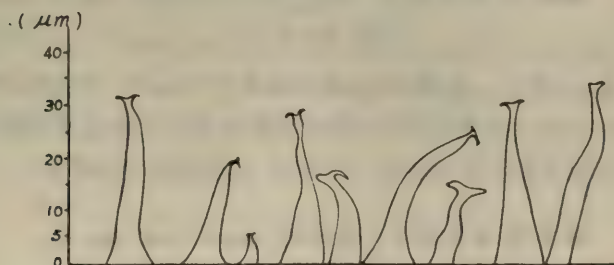


插图 9 *Hystricosporites germinis* Lu 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *H. germinis*, lateral view)

除外) 54.6 (70.6) 86.1  $\mu\text{m}$  (量 22 粒); 子午轮廓似花蕾形, 不等极, 近极半球大于远极半球; 三射线通常不清楚(因外壁厚实不透明或唇覆盖), 三射线强烈隆起, 侧面观, 圆球形, 并略大于远极半球, 可量直径约 72  $\mu\text{m}$ , 表面粗糙或颗粒状, 颗粒或沿极轴方向排列, 并呈不规则细条纹或串珠状; 锚刺限于赤道和远极面, 刺基部略膨大或呈球茎状, 宽 5—25  $\mu\text{m}$  刺干除顶底小部分外, 其余大部分两侧近于平行, 表面光滑, 长 20—28  $\mu\text{m}$ , 顶端较窄(宽 2—3  $\mu\text{m}$ ), 并呈小茎状延伸至末端微微膨大并两分叉, 叉长一般可达 2.5—3.5  $\mu\text{m}$ ; 赤道边缘突起 29—34 枚; 远极外壁厚实(常不可量), 浅棕黄至深棕色。

**注释** 上述种全模标本(卢礼昌, 1981, 图版 V, 图 5) 为一侧压标本, 现增补一极压标本为它的副模标本(图版 VIII, 图 2), 并将原全模标本重贴于此文, 以补不足。

### 笨重锚刺泡(比较种) *Hystricosporites* cf. *gravis* Owens, 1971

(图版 XXIII, 图 7)

**描述** 辐射对称三缝小孢子, 赤道轮廓近圆形或圆形, 最大赤道直径 74—83  $\mu\text{m}$  (量 2 粒), 侧压标本, 近极面略微隆起, 高约 16—20.3  $\mu\text{m}$ ; 远极面近半圆球形; 三射线通常不清楚; 远极外壁厚实(常不可量), 三射线区外壁表面毛糙, 并常具小刺等突起物, 高约 2—3  $\mu\text{m}$ , 赤道和整个远极面具锚刺状突起纹饰, 分布稀疏, 表面光滑, 具内点状结构, 刺基部较宽(或呈球茎状), 约 7  $\mu\text{m}$  左右, 往上逐渐变窄, 至顶端向两侧延伸并呈倒弯状锚刺。

**比较** 本种与加拿大中泥盆世晚期(吉维特期早期) *Hystricosporites gravis* (Owens, 1971) 的分子较为相似, 但大小幅度不同; 后者个体较大 (92.4—171  $\mu\text{m}$ ) 锚刺较粗壮(基宽 7.6—19.9  $\mu\text{m}$ )、较修长(26.4—89.1  $\mu\text{m}$ ), 并且接触区具辐射状的粗肋脊, 所以本文种的鉴定有所保留。

### 锚刺泡(未定种 1) *Hystricosporites* sp. 1

(图版 XXIII, 图 6)

**描述** 斜压标本, 大小约 100  $\mu\text{m}$ , 近极平凸、无纹饰, 远极圆凸、具锚刺; 锚刺表面光滑、透明、长 29—45  $\mu\text{m}$ , 下部粗壮, 基底宽 9—14  $\mu\text{m}$ , 上部窄细, 宽约 2  $\mu\text{m}$  左右, 仅为基宽的 1/7—2/9; 棕黄至棕色。

### 锚刺泡(未定种 2) *Hystricosporites* sp. 2

(图版 XI, 图 15)

**描述** 侧压标本, 不等极, 赤道直径(锚刺除外) 54.6  $\mu\text{m}$ , 极轴长 72  $\mu\text{m}$ ; 三射线强烈隆起, 顶部高达 41.5  $\mu\text{m}$ , 表面微粗糙; 刺状突起纹饰限于赤道和远极面, 分布稀疏, 刺长约 18—24  $\mu\text{m}$ , 末端分叉明显, 叉长 3—5  $\mu\text{m}$ ; 远极外壁表面粗糙。

### 锚刺泡(未定种 3) *Hystricosporites* sp. 3

(图版 XXVI, 图 15)

**描述** 侧压标本, 赤道直径 62.4  $\mu\text{m}$ , 极轴长 109  $\mu\text{m}$  (近极顶部突起高约 70  $\mu\text{m}$ ); 与本文描述的 *Hystricosporites* sp. 2 主要区别是刺的基部略呈茎状(直径约 14  $\mu\text{m}$ ); 刺断



落,长度不明。

### 锚刺孢(未定种4) *Hystricosporites* sp. 4

(图版 XXIII, 图 1; 插图 10)

**描述** 辐射对称三缝大孢子,赤道轮廓近圆形,最大赤道直径  $224.6-291.2\ \mu\text{m}$  (量 2 粒);三射线不清楚,三射唇发育,并强烈隆起,几乎占据整个近极面,侧面观呈半圆球形,可量大小(直径)略小于孢子赤道直径,表面光滑至粗糙,半透明,具细颗粒至粗颗粒状内结构,隆起高  $56-85.8\ \mu\text{m}$ ;锚刺状突起限于赤道和远极面,分布相对稀疏,基部宽厚,一般基宽  $23-31\ \mu\text{m}$ ,向上逐渐变窄至中上部明显变窄,近顶部宽  $9-15.6\ \mu\text{m}$ ,刺干表面光滑至微粗糙,或(近顶部)具内点状结构,半透明至透明(上半部),长  $78-93.6\ \mu\text{m}$ ,顶端两侧微微膨胀、加厚并延伸成叉,叉尖平伸或微下弯,叉基宽约  $5\ \mu\text{m}$ ,叉长  $9.5-13.5\ \mu\text{m}$ ;远极外壁表面光滑,相当厚实,不透明,未褶皱,棕黄至深棕色。

**注释** 形态特征和大小幅度与归入 *Nikitinsporites* Chaloner emend. Lu et Ouyang (卢礼昌、欧阳舒, 1978) 的某些分子很相似,也是三射唇强烈隆起,并几乎占据整个近极面,若将上述标本归入 *Nikitinsporites* 属名下,或许也适合;但考虑到它的(锚刺)刺干上下粗细相差较明显,同时刺末端两分叉较修长,因此,仍将其归入 *Hystricosporites* 属,因多数标本被散失,所以未能定种名。



插图 10 *Hystricosporites* sp. 4 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *H. sp. 4*, lateral view)

### 尼氏大孢属 Genus *Nikitinsporites* Chaloner emend. Lu et Ouyang, 1978

**模式种** *Nikitinsporites canadensis* Chaloner, 1959

**比较** 本属以其三射唇强烈隆起、锚刺相当粗壮且较均匀、末端分叉细小和有时孢子具不规则、不完全环状结构为特征; *Hystricosporites* McGregor (1960) 既含有小孢子,也包括大孢子(通常以小孢子为主),虽然它的某些分子,如本文描述的 *H. germinis* Lu, *H. stellizonalis* (sp. nov.), *H. sp. 2* 和 *H. sp. 4* 等,也都具强烈隆起的三射唇,但它们的刺干均为同质(透明),其顶部粗细(或宽窄)变化常为过渡(而非突变)关系,并相对较粗,不易断落,末端两分叉较显著和修长; *Ancyrospora* Richardson emend. Richardson (1962) 的赤道环或假环,是外壁(外层)在赤道延伸而成,并非由纹饰“基部膨大融合”(卢礼昌、欧阳舒, 1978) 而成,因此它的环结构较完全,其上锚刺状突起也较低矮;同时,三射唇通常不强烈隆起或呈颈锥体状。

分布和时代 主要见于北半球各国,中、晚泥盆世。

### 棒状尼氏大孢(新种) *Nikitinsporites rhabdocladus* (sp. nov.)

(图版 XXIII, 图 2—4; 图版 XXXII, 图 4—6; 插图 11)

**种征** 大孢子,赤道轮廓近圆形或不规则圆形,最大赤道量度(锚刺除外) 117—175.6  $\mu\text{m}$ ,全模标本 132.6  $\mu\text{m}$ ,副模标本 175.6  $\mu\text{m}$ ;三射线常因唇覆盖而不清楚,唇发育、但不强烈隆起,表面光滑,微波状或弯曲,均匀、宽可达 20—25  $\mu\text{m}$ ,微凸,可量高约 21  $\mu\text{m}$ ;近极外壁表面无纹饰,赤道和远极外壁具棒状锚刺纹饰,分布密度中等、基部彼此常接触,基宽 20—36  $\mu\text{m}$ ,刺干粗壮、棒状,表面光滑或具条纹状结构、仅上半部透明,全长 75.0—124.8  $\mu\text{m}$  (常大于孢子半径),至顶部显著收缩、变窄,宽约 3—8  $\mu\text{m}$ ,末端两分叉常较清楚(图版 XXIII, 图 2; 图版 XXXII, 图 6),相对较柔弱、较短,叉长仅 2—5  $\mu\text{m}$ ,约为刺基部宽的 1/7—1/5 和刺干长的 1/30—1/25;赤道边缘突起 19—34 枚;外壁相当厚实,常不透明、不褶皱,多棕色。

**比较** 新种以其孢体较小(不足 200  $\mu\text{m}$ )、刺干棒状、较长(常大于孢体半径)为特征而区别于下列各已知种: *Nikitinsporites striatus* Lu et Ouyang (卢礼昌、欧阳舒, 1978, 72 页)三射线强烈隆起呈半圆球形; *N. cathayensis* Lu et Ouyang (卢礼昌、欧阳舒, 1978, 73 页),孢体明显较大(全模标本 450  $\mu\text{m}$ ),刺干两侧近于平行; *N. spitsbergensis* Allen (1965, p. 741) 刺干较长(48—250  $\mu\text{m}$ )、较粗(14—80  $\mu\text{m}$ ) 并具明显的环状结构。

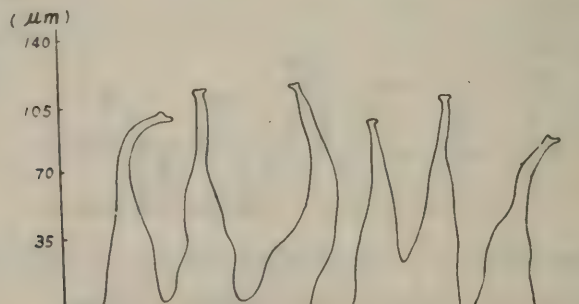


插图 11 *Nikitinsporites rhabdocladus* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *N. rhabdocladus*, lateral view)

### 短角状尼氏大孢(新种) *Nikitinsporites brevicornis* (sp. nov.)

(图版 VIII, 图 4, 5; 图版 XI, 图 2; 图版 XXVII, 图 6; 插图 12)

**种征** 大孢子,赤道轮廓近圆形或不规则圆形,最大赤道直径(包括锚刺) 318 (372.7) 450  $\mu\text{m}$  (量 7 粒),全模标本 345.5  $\mu\text{m}$ ,副模标本 359.6  $\mu\text{m}$ ;三射线强烈隆起,并呈明显的颈锥体,具海绵状至细粒状结构,颗粒或连结成细蠕虫状,排列方向与极轴方向近乎一致(图版 VIII, 图 5),颈锥体高 68—95  $\mu\text{m}$ ,顶部钝圆或凸,宽或略大于高;纹饰限于赤道和远极面,分布致密,刺干粗壮,基宽略大于顶宽,似牛角状,表面具细条纹,并沿刺干延伸,纹饰基宽 31.3—46.8  $\mu\text{m}$ ,长 40.6—85.8  $\mu\text{m}$ ,局部(包括远极面)彼此连接





插图 12 *Nikitinsporites brevicornis* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *N. brevicornis*, lateral view)

或融合较明显(图版 XI, 图 2), 并在赤道或呈不规则、不完全的环状结构, 最宽可达 36—57.7  $\mu\text{m}$ ; 顶部钝凸, 突然收缩并延伸呈一小茎状突起, 小茎光滑、透明、柔弱易断, 长约 3  $\mu\text{m}$ , 宽约 1.5  $\mu\text{m}$ , 末端分叉尖细、倒转、长 2—3.5  $\mu\text{m}$ ; 赤道边缘呈不规则或参差不齐的长锯齿状, 突起 28—34 枚; 外壁厚度因纹饰遮盖而不可量, 罕见褶皱, 浅棕至深棕色(或不透明)。

**比较** 新种与 *Nikitinsporites cathayensis* (卢礼昌、欧阳舒, 1978, 73 页) 很相似, 但后者纹饰较稀疏, 刺干粗细较均匀(或两侧近于平行), 本文描述的 *N. rhabdocladus* (sp. nov.) 三射唇不强烈隆起, 刺干棒状, 较长 (75—124.8  $\mu\text{m}$ ), 分布略稀(边缘突起 19—34 枚); *N. spitsbergensis* Allen (1965, p. 741) 环状结构更加明显、宽度也较大 (80  $\mu\text{m}$ )。

### 具环锚刺孢属 *Genus Ancyrospora* Richardson emend. Richardson, 1962

**模式种** *Ancyrospora grandispinosa* Richardson, 1960

**注释** 和 *Nikitinsporites* 一样, *Ancyrospora* 的三射唇也常常为一颈状突起物。

**分布和时代** 英国、苏联和中国, 主要为中、晚泥盆世。

### 简单具环锚刺孢 *Ancyrospora simplex* (Guennel) Urban, 1969

(图版 XXIV, 图 3; 图版 XXVIII, 图 9, 10; 图版 XXXIII, 图 5)

1963 *Ancyrospora simplex*, Guennel, p. 257, pl. 1, fig. 13.

1969 *Ancyrospora simplex*, Urban, p. 122, pl. 3, figs. 1—12.

1981 *Ancyrospora simplex*, Loboziak and Streel, p. 54, pl. 4, fig. 6.

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓近三角形至近圆形, 最大赤道量度 101 (119.8) 148  $\mu\text{m}$  (量 12 粒); 内孢体赤道轮廓多呈宽圆三角形, 大小 45—54.6  $\mu\text{m}$ ; 三射线常在中央区内较清楚, 超过该区以外的延长部分(带环上)不清楚, 具唇、膜状、透明、微弯曲(或波状), 伸达环缘附近; 外壁明显两层: 内层(由其形成内孢体)较薄, 厚仅 1.5—3  $\mu\text{m}$ , 表面光滑至粗糙, 常见内颗粒状结构; 外层较厚, 常不可量(纹饰遮盖), 紧贴内层, 除近极面外, 带环边缘和整个远极面(包括带环)具锚刺状纹饰, 密度中等, 基部彼此略接触, 顶端锐尖, 末端小茎柔弱、透明、易断、分叉甚微或仅微微膨胀; 刺干粗壮, 表面光滑至微粗

糙(下部)、圆锥状,基宽 11—22  $\mu\text{m}$ ,高 9—17  $\mu\text{m}$ ,小茎长 2—3  $\mu\text{m}$ ;带环厚实、宽度均匀,宽 25—30  $\mu\text{m}$ ,或具内颗粒状结构,边缘呈不规则锯齿状,突起 19—25 枚;罕见褶皱,浅黄至深棕色。

**比较** 本种形态与本文描述的 *Ancyrospora acuminata* 较接近,但后者纹饰较密(边缘突起 37—42 枚),刺干较细弱(基宽仅 3—5  $\mu\text{m}$ )、且低矮(7—9  $\mu\text{m}$ ),带环较单薄;纹饰特征与 *A. pulchra* 极相似,但该种分子的带环窄得多,宽仅 10  $\mu\text{m}$  左右。

### 梅尔维尔具环锚刺孢 *Ancyrospora melvillensis* Owens, 1971

(图版 XXIV, 图 5; 图版 XXVII, 图 2; 图版 XXVIII, 图 3, 4; 图版 XXXI, 图 12, 13)

1971 *Ancyrospora melvillensis*, Owens, p. 72, pl. 23, figs. 5, 6.

1981 *Ancyrospora melvillensis*, 卢礼昌, 114 页, 图版 VIII, 图 3—5。

**描述** 孢子最大赤道量度 72—98  $\mu\text{m}$ ; 内孢体界限常不清楚;带环较厚实,宽 17—28  $\mu\text{m}$ ;纹饰以长锥刺状为主,表面粗糙至颗粒状(局部见粗颗粒或小刺等突起物),基部宽 6.2—12.5  $\mu\text{m}$ ,刺干长 7.8—17.2  $\mu\text{m}$ ,顶端小茎柔弱(常断落不见),可见者呈鹰嘴状,长约 2  $\mu\text{m}$ ,末端两分叉甚微;浅棕至深棕色。

### 美丽具环锚刺孢 *Ancyrospora pulchra* Owens, 1971

(图版 XXII, 图 4; 图版 XXX, 图 5)

1971 *Ancyrospora pulchra*, Owens, p. 75, pl. 25, figs. 3—5; pl. 26, figs. 1, 2; text-fig. 15.

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓近圆形或宽圆三角形,最大赤道直径 101 (108.9)124.8  $\mu\text{m}$  (量 5 粒);内孢体赤道轮廓与孢子轮廓接近一致,可量直径约 75  $\mu\text{m}$ ;三射线常因唇遮盖而不清楚,唇粗壮、突起,顶部高达 27  $\mu\text{m}$ ,宽约 14  $\mu\text{m}$ ,朝辐射方向逐渐降低、变窄,伸达赤道边缘;外壁明显两层:内层(形成内孢体)较薄,厚约 2  $\mu\text{m}$ ,外层较厚(常不可量),紧贴内层,表面光滑至微粗糙,具细颗粒状结构;除近极表面外,带环边缘和整个远极面具锚刺状突起纹饰:远极面分布较稀,基部球茎状,相互常不接触,宽约 10  $\mu\text{m}$ ,往上迅速变窄,顶端锐凸,刺干呈细棒状,表面光滑,或具细颗粒状结构,长约 8  $\mu\text{m}$ ,末端两分叉甚小,常断落不见;带环边缘纹饰分布较密,刺干锥刺状,基宽 9—12.5  $\mu\text{m}$ ,刺高 11—15.6  $\mu\text{m}$ ,顶端收缩显著,微弯曲,并延伸呈小茎状,小茎透明、柔弱、易断,长 3—5  $\mu\text{m}$ ,末端两分叉甚弱小,又长约 1.5  $\mu\text{m}$  或不足;带环坚实、宽仅 10  $\mu\text{m}$  左右,边缘呈锯齿状,突起 17—23 枚,罕见褶皱,浅棕至深棕色。

### 锯刺具环锚刺孢 *Ancyrospora arguta* (Naumova) Lu, 1980

(图版 XXVI, 图 1; 图版 XXIX, 图 2; 插图 13)

1953 *Hymenozonotriteles argutus* Naumova, p. 67, pl. 9, fig. 9.

1980b *Ancyrospora arguta*, 卢礼昌, 29 页, 图版 VII, 图 12, 13。

孢子最大赤道量度 72—90  $\mu\text{m}$ ; 浅黄棕至深棕色。



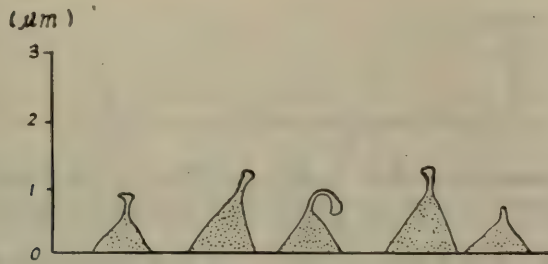


插图 13 *Ancyrospora arguta* (Naumova) Lu 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. arguta*, lateral view)

### 锐刺具环锚刺孢 *Ancyrospora acuminata* Lu, 1980

(图版 XXV, 图 1, 2; 图 XXVII, 图 1; 插图 14)

1980b *Ancyrospora acuminata*, 卢礼昌, 29 页, 图版 VII, 图 14—16。

**描述** 孢子最大赤道直径 101—121.7  $\mu\text{m}$ , 内孢体 47—54.6  $\mu\text{m}$ , 带环宽 25—28  $\mu\text{m}$ ; 远极面纹饰以长刺为主, 基部宽 3—5  $\mu\text{m}$ , 高 7—9  $\mu\text{m}$ , 小茎高 1—3  $\mu\text{m}$  左右; 边缘锯齿状, 刺状突起 37—42 枚; 浅棕黄至暗棕色。

**比较** 当前种的纹饰虽与本文描述的 *Ancyrospora subcircularis* 颇为相似, 但后者带环较宽 (28—48  $\mu\text{m}$ ), 并且同一标本上的带环宽度总是大于内孢体半径长度, 同时内孢体较小 (直径 36—42  $\mu\text{m}$ )。

本种的某些标本近极中央区边缘, 在透光显微镜下, 常呈深色环状结构, 在反光显微镜下为外壁突起部分; 破损标本表明: 该较深色环状结构或外壁突起部分, 为外壁外层在近极面加厚的反映。

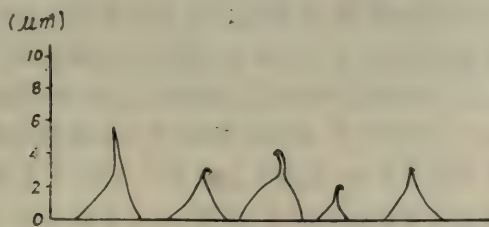


插图 14 *Ancyrospora acuminata* Lu 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. acuminata*, lateral view)

### 亚圆具环锚刺孢 *Ancyrospora subcircularis* Lu, 1980

(图版 VIII, 图 6; 图版 XXII, 图 5, 6; 图版 XXIV, 图 4; 图版 XXV, 图 7, 8; 插图 15)

1980b *Ancyrospora subcircularis*, 卢礼昌, 30 页, 图版 VIII, 图 1—4。

**描述** 孢子最大赤道直径 96—117  $\mu\text{m}$ , 内孢体 28—42  $\mu\text{m}$ ; 带环宽 28—48  $\mu\text{m}$ , 刺干长 7.8—11  $\mu\text{m}$ , 小茎高 2  $\mu\text{m}$  左右, 末端分叉甚柔弱; 带环及其边缘以低矮的锥刺为

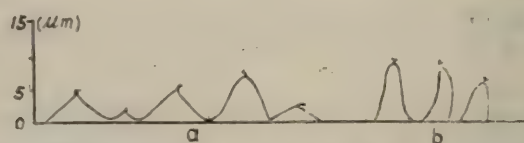


插图 15 *Ancyrospora subcircularis* Lu 赤道 (a) 和远极 (b) 纹饰侧面观 [Equatorial (a) and distal (b) sculptural elements of *A. subcircularis*, lateral view]

主, 锥刺基宽 6—9  $\mu\text{m}$ , 刺干长 4.9—7.8  $\mu\text{m}$ , 小茎和末端两分叉常断落不见。

**注释** 图版 XXV, 图 7, 8 为原全模标本 (卢礼昌, 1980b, 图版 VIII, 图 1, 2), 现重新发表于此, 弥补原图片被修剪的不足。

### 亚圆具环锚刺孢(比较种) *Ancyrospora* cf. *subcircularis* Lu, 1980

(图版 XXVI, 图 4)

**描述** 孢子赤道直径 96.7—99.8  $\mu\text{m}$ , 内孢体 28—31  $\mu\text{m}$ ; 带环宽 28—34  $\mu\text{m}$ ; 纹饰以长锥刺状突起为主, 带环边缘突起较密、较长, (刺干) 长 11—16  $\mu\text{m}$ , 基部宽 6—11  $\mu\text{m}$ , 往顶部逐渐变窄或至刺干长 1/2 处迅速变窄, 并呈小茎状延伸, 小茎长 3—5  $\mu\text{m}$ , 柔弱, 末端尖或微具两分叉, 但常断落不见。

**注释** 上述标本, 虽然带环宽大于内孢体直径长, 但环较厚实, 环外缘刺状突起, 基部不完全融合, 所以种的鉴定有所保留。

### 锐裂具环锚刺孢(新组合) *Ancyrospora incisa* (Naumova) (comb. nov.)

(图版 XXII, 图 1, 7; 插图 16)

1953 *Hymenozonotriletes incisus*, Naumova, p. 68, pl. 9, fig. 11.

**描述** 辐射对称具环三缝小孢子, 赤道轮廓不规则三角形, 最大赤道量度 85(101) 124.5  $\mu\text{m}$  (量 7 粒); 三射线有时清楚、具唇、低矮, 顶部高约 6  $\mu\text{m}$  左右, 宽 3—4.9  $\mu\text{m}$ , 伸达带环外缘附近; 外壁由两层组成: 内层(形成内孢体)较薄, 厚约 1.5  $\mu\text{m}$  表面似光滑, 具内点状至细颗粒状结构, 由其形成的内孢体赤道轮廓与孢子轮廓接近一致, 大小 42—46.8  $\mu\text{m}$ ; 外层较厚(常不可量), 紧贴内层, 表面微粗糙(偶见局部粗颗粒状), 具较明显的内颗粒状至粗点状结构, 近极面无纹饰, 接触区边缘具不规则、不等量加厚, 带环边缘和整个远极面具锚刺状突起, 突起在带环边缘较密、较粗, 在远极面较稀、较细, 刺干都以圆锥状为主, 表面粗糙(尤其下部), 偶见小突起(如小刺), 边缘突起基宽 9—12.5  $\mu\text{m}$ , 高 7—11  $\mu\text{m}$ , 顶部钝凸, 末端小茎及其分叉均很柔弱, 并常断落不见; 带环厚实, 基本等宽, 约 18.7—25  $\mu\text{m}$ , 边缘锯齿状, 突起约 19—26 枚; 罕见褶皱, 浅棕至深棕色。

**注释** Naumova (1953) 建立 *Hymenozonotriletes incisus* 时, 不论是她的描述, 或是绘图都未提及或显示纹饰末端具两分叉; 但从形态来看, 将该种的孢子归入 *Ancyrospora* 内似较适合。Guennel (1963, p. 257) 也曾认为他的 *Ancyrospora simplex* 与模式种 *Ancyrospora grandispinosa* Richardson (1962, p. 181) 的主要区别在于刺末端不分叉, 但后来 Urban (1969, p. 122) 证实了 *A. simplex* 刺末端不仅具分叉, 而且有时还可见多



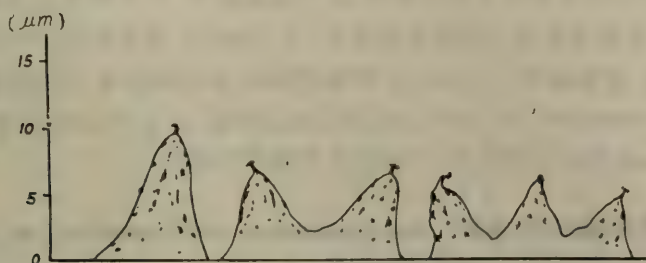


插图 16 *Ancyrospora incisa* (Naumova) (comb. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. incisa*, lateral view)

分叉,本文有关扫描电子显微镜图片(图版 XXXI, 图 11)表明:(带环边缘),刺顶端小茎常因易断落而绝大多数仅见残留的茎基部分,但极少数侥幸存在的可作为佐证。

### 棒槌状具环锚刺孢(新种) *Ancyrospora baccillaris* (sp. nov.)

(图版 XXV, 图 9, 10; 插图 17)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,最大赤道直径 134 (146.3)166.9  $\mu\text{m}$  (量 5 粒),全模标本 138.8  $\mu\text{m}$ ;三射线清楚至可识别,直或微弯曲,多少被唇遮盖,唇低矮,宽 3—8  $\mu\text{m}$  (末端较窄),伸达带环边缘;外壁由两层组成:内层(形成内孢体),界限常不清楚,可见界限与孢子赤道轮廓接近一致,直径约 67  $\mu\text{m}$ ,表面光滑,厚约 1.5—2  $\mu\text{m}$ ;外层紧贴内层,近极面(包括带环)无纹饰,表面较粗糙,中央区边缘具不规则环状加厚,带环边缘和整个远极面,具锚刺状突起纹饰,分布稀疏,表面粗糙,偶见小粒和小刺,内颗粒状结构清楚;刺干,在远极区,以长圆锥状突起为主(其间偶见小刺),基部彼此常不连结、较窄,宽仅 2—3  $\mu\text{m}$ ,刺干长 9—12  $\mu\text{m}$ ,带环远极面及其边缘,刺干以圆锥状为主,基部彼此接触或融合,较宽,9—17  $\mu\text{m}$ ,突起高 6—11  $\mu\text{m}$ ;所有刺的顶端均具一小茎,小茎透明、光滑,粗细均匀、直径 1.5—2  $\mu\text{m}$ 、长 3—4  $\mu\text{m}$ ,末端微微膨大或分叉不明显,似一小棒槌状或火柴棒状,但常断落不见;带环较宽,宽度均匀、宽 31—36  $\mu\text{m}$ ,边缘呈不规则锯齿状,突起 17—22 枚;外壁厚实,浅棕至橙棕色。

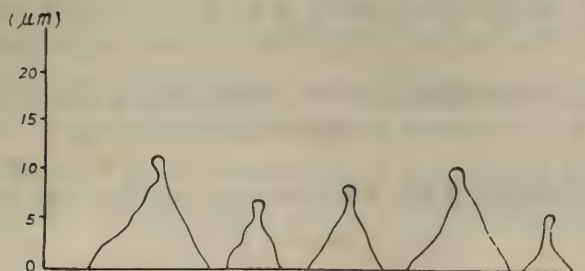


插图 17 *Ancyrospora baccillaris* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. baccillaris*, lateral view)

**比较** 本新种形态和大小与加拿大晚泥盆世的 *Ancyrospora ampulla* Owens (1971,

p. 73) 较为接近,但后者带环宽度不均匀、纹饰形态多变,刺末端两分叉较明显,并见多分叉;本新种的边缘刺干形状,与本文描述的 *A. simplex* 非常相似,但后者刺干较粗壮(基宽 11—22  $\mu\text{m}$ ,突起高 9—17  $\mu\text{m}$ ),带环较厚实(颜色深许多),而近极中央区外壁则较薄(较亮);*A. baccillaris* (sp. nov.) 刺末端突起形态与 *A. argata* 的很相似,但后者小茎较短(长仅 0.5  $\mu\text{m}$  左右)、且粗细不均匀(上部明显较粗)。

### 环球状具环锚刺孢(新种) *Ancyrospora stellizonalis* (sp. nov.)

(图版 XXIX, 图 4, 5; 插图 18)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,孢子和内孢体赤道轮廓近圆形或正圆形(内孢体),子午轮廓似环球形;最大赤道直径(刺除外): 78(90.3)101  $\mu\text{m}$  (量 9 粒),全模标本 92  $\mu\text{m}$ ,副模标本 101  $\mu\text{m}$ ;内孢体 54—60  $\mu\text{m}$ ;三射线在近极中央区较清楚,常被唇覆盖;唇膜状、透明,表面粗糙(偶见小刺)至细颗粒状,呈三叶片状隆起,高度基本一致,高约 10  $\mu\text{m}$ ,厚约 1.5  $\mu\text{m}$ ,伸达赤道附近;外壁明显两层:内层(形成内孢体)厚 2.5—3  $\mu\text{m}$ ,表面粗糙,内颗粒状结构清楚;外壁紧贴内层,厚度不可量;近极面无明显纹饰,带环边缘和整个远极面,具锚刺状突起纹饰,密度中等,刺干长棒状,表面光滑至微粗糙,颗粒状结构基部较上部明显,基部彼此常接触,宽约 6—9  $\mu\text{m}$ ,中、上部较窄,两侧近平行,宽仅 2—3  $\mu\text{m}$ ,全长 9—13  $\mu\text{m}$ ,顶端迅速收缩、钝凸并具一柔弱小茎,高 1.5—3  $\mu\text{m}$ ,宽约 1.5  $\mu\text{m}$ ,末端分叉甚微,常断落不见;带环相当宽厚,宽 18—29  $\mu\text{m}$ ,厚可达 18—26  $\mu\text{m}$ ,表面粗糙,边缘长齿状或棒刺状,突起 18—24 枚;罕见褶皱,浅橙棕至深棕色。

**比较** 新种的带环特征与本文描述的 *Ancyrospora simplex* 颇相似,但彼此刺干形态各不相同,后者环外缘呈粗锯齿状。

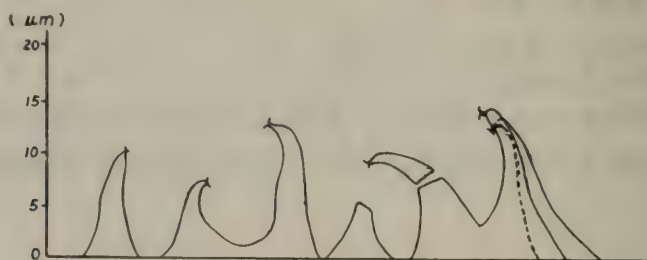


插图 18 *Ancyrospora stellizonalis* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. stellizonalis*, lateral view)

### 条纹具环锚刺孢(新种) *Ancyrospora striata* (sp. nov.)

(图版 XXVIII, 图 1, 2; 插图 19)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,赤道轮廓近三角形至近圆形,最大赤道量度 78(94.2)106  $\mu\text{m}$  (量 5 粒),全模标本 90.5  $\mu\text{m}$ ;三射线常不清楚(因唇遮盖),具唇、较发育,但宽窄不一,一般宽 7—8  $\mu\text{m}$ ,伸达环外缘附近;外壁两层:内层较薄,厚约 1.5  $\mu\text{m}$  左右,由其形成的内孢体赤道轮廓多呈近圆形,直径 31—39  $\mu\text{m}$ ;外层较厚(常不可量),紧



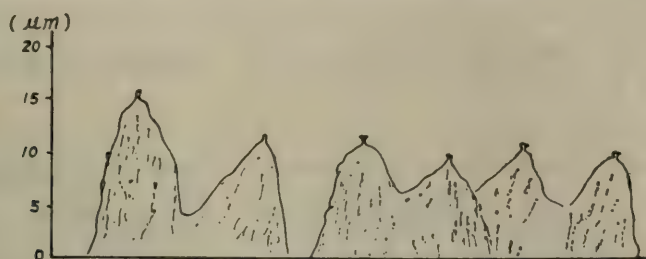


插图 19 *Ancyrospora striata* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. striata*, lateral view)

贴内层,近极表面粗糙、无纹饰,具颗粒状至细条纹状结构;环外缘和整个远极面具锚刺状突起纹饰,刺干以圆锥状为主、粗壮、坚实,表面光滑至微粗糙,内条纹状结构明显,刺干基部彼此常接触或不规则融合,基宽  $12.5-17\ \mu\text{m}$ , 突起高等于或略小于基部宽,顶端钝尖,尖顶具小茎,长约  $1-2\ \mu\text{m}$ , 末端分叉不明显,且常随小茎断落而未见;带环宽度不规则,一般大于内孢体半径,宽约  $28-34\ \mu\text{m}$ , 环内侧部分常较外侧部分略厚(色较深),粗条纹状或串珠状结构明显,并呈辐射状排列或与刺状突起方向一致,环外缘呈不规则锯齿状、齿粗壮、坚实,突起  $14-23$  枚;罕见褶皱,棕至深棕色。

**比较** 新种与 *Ancyrospora simplex* 颇近似,但后者内孢体较大( $45-54.6\ \mu\text{m}$ ),带环较窄,但均匀(宽  $25-30\ \mu\text{m}$ )。在外壁(外层)结构,尤其刺状突起内结构等方面,新种与本文描述的 *A. penicillata* (sp. nov.) 极相似,但后者为一大孢子。

### 细茎状具环锚刺孢(新种) *Ancyrospora tenuicaulis* (sp. nov.)

(图版 XXVI, 图 9; 图版 XXVII, 图 7, 8; 图版 XXIX, 图 3, 插图 20)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子,孢子和内孢体赤道轮廓接近一致,均以宽圆三角形为主,最大赤道量度(孢子)  $74.8(85.6)92.1\ \mu\text{m}$  (量 6 粒),内孢体  $45-55\ \mu\text{m}$ , 全模标本  $82.7\ \mu\text{m}$ ; 三射线不完全清楚,唇膜状、半透明、低矮,多少弯曲,超越内孢体,伸达带环附近;外壁两层: 内层(构成内孢体)较薄,表面光滑,厚约  $1.5-2\ \mu\text{m}$ , 外层较厚(常不可量),紧贴内层,近极表面粗糙,不具纹饰;带环边缘和整个远极面具锚刺状突起纹饰,远极面纹饰分布较稀疏,刺干以长圆锥状为主,基部较窄,彼此常不接触,宽仅  $3-4\ \mu\text{m}$ , 长约  $7.8\ \mu\text{m}$ , 顶部小茎柔弱,长约  $3\ \mu\text{m}$ , 末端分叉甚小,又长约  $1-1.5\ \mu\text{m}$ ; 环缘纹饰较粗壮、低矮和密集,刺干以圆锥形为主,表面、尤其基部较粗糙、具颗粒状或由颗粒组成的串珠状结构,并沿刺延伸方向排列;刺基部彼此融合,宽  $7.8-11\ \mu\text{m}$ , 高  $6-12\ \mu\text{m}$ , 顶端小茎及其分叉甚弱,并常断落不见;带环厚薄不均匀,通常内侧部分较外侧部分厚许多,厚薄界限不明显,彼此呈过渡关系,不等宽,辐射区宽  $23-39\ \mu\text{m}$ , 辐间区宽  $20-28\ \mu\text{m}$ , 边缘呈不规则锯齿状,突起  $17-21$  枚;罕见褶皱,浅棕至深棕色。

**比较** 新种的带环内侧部分较厚,外侧部分较薄,呈明显的“双型”带环,此特征与本文记载的 *Ancyrospora arguta* 极为相似,但后者带环厚薄分界清楚,彼此为突变关系;此外,本新种的形态和大小与 *Ancyrospora bacillaris* (sp. nov.) 也颇为接近,但后者赤道轮廓多倾向于圆形,带环厚薄较均匀。

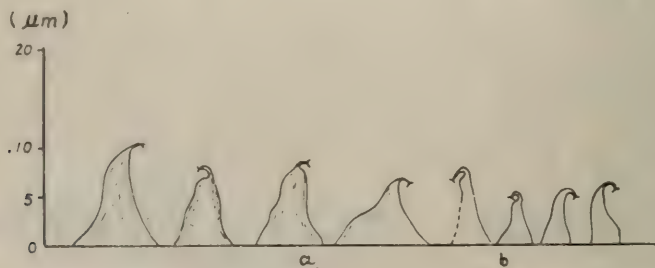


插图 20 *Ancyrospora tenuicalis* (sp. nov.) 赤道 (a) 和 远极 (b) 纹饰侧面观 (Equatorial (a) and distal (b) sculptural elements of *A. tenuicalis*, lateral view)

### 较大具环锚刺孢? (新种) *Ancyrospora* (?) *majuscula* (sp. nov.)

(图版 XXIX, 图 1, 6; 插图 21)

**种征** 辐射对称具环三缝小孢子或大孢子, 赤道轮廓近三角形, 三边微凸, 角部钝凸或平凸, 最大赤道量度:  $156(184.2)218.5\ \mu\text{m}$  (量 9 粒), 全模标本  $187\ \mu\text{m}$ , 副模标本  $218.5\ \mu\text{m}$ ; 三射线可识别至清楚、直或具唇, 宽(在带环上量)  $4.8\text{--}7.8\ \mu\text{m}$ , 伸达带环边缘; 外壁两层: 内层较薄, 厚约  $1.5\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 由其形成内孢体赤道轮廓, 与孢子赤道轮廓基本一致, 大小  $64\text{--}87\ \mu\text{m}$ , 外层较厚(常不可量), 表面光滑至粗糙, 内点状至颗粒状结构明显, 紧贴内层, 近极面无纹饰, 接触区常具加厚, 其范围常超出内孢体边缘, 界限明显, 与其周围外壁呈突变关系; 赤道边缘和整个远极面具刺状突起纹饰, 表面性质和内部结构与外壁外层一致, 远极面刺干基部较窄, 宽  $3\text{--}5\ \mu\text{m}$ , 长  $6\text{--}8\ \mu\text{m}$ , 顶端小茎柔弱, 末端微微膨大; 带环边缘纹饰较粗壮, 基部较宽,  $7.8\text{--}16.8\ \mu\text{m}$ , 刺干较修长(长略等于基部宽), 约  $9\text{--}17\ \mu\text{m}$ , 顶端也具一小茎, 光滑、透明、下粗上细, 并弯曲呈鹰嘴状, 长  $1\text{--}2\ \mu\text{m}$ , 末端无明显分叉, 常断落不见; 带环厚实, 宽窄不一致: 辐射区较宽,  $54.6\text{--}62.4\ \mu\text{m}$ , 辐间区较窄, 宽  $39\text{--}46.8\ \mu\text{m}$ , 表面光滑, 颗粒状内结构较外壁明显, 边缘呈不规则锯齿状突起, 其间缺刻为宽“U”形, 突起  $38\text{--}45$  枚; 罕见褶皱, 浅黄至深棕色。

**比较与讨论** 新种与苏联中泥盆世晚期(吉维特期)的 *Hymenozonotriletes praetervissus* Naumova (1953, p. 40, pl. 4, fig. 8) 较为相似, 但大小幅度相差甚大, 后者孢体仅  $80\text{--}100\ \mu\text{m}$ ; 按孢子形态和纹饰特征以及带环较宽、内孢体较小等特征, 或可归入 *Ocksisporites* Chaloner (1959), 但其孢子个体太小, 还不如该属模式种 *O. maclarenii* Chaloner

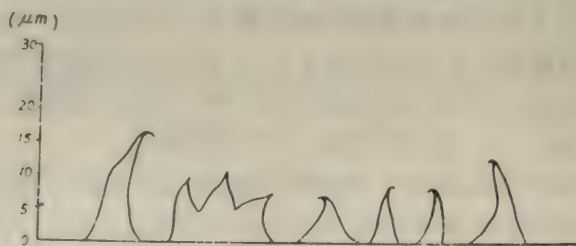


插图 21 *Ancyrospora* (?) *majuscula* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. (?) majuscula*, lateral view)



(1959) 内孢体的大小 ( $240-290\ \mu\text{m}$ )；现归入 *Ancyrospora* 似乎也有点勉强，因为刺末端锚状两分叉不明显或仅微微膨胀，但又无其他更为合适的归属，所以属的鉴定作了保留。

### 连接具环锚刺大孢(新种) *Ancyrospora conjunctiva* (sp. nov.)

(图版 XXXII, 图 7—10; 插图 22)

**种征** 辐射对称具环三缝大孢子，赤道轮廓不规则圆形，最大赤道直径  $405.6(422.3)468\ \mu\text{m}$  (量 11 粒)；三射线可见，微弯曲、具唇、波状或弯曲，单片唇宽  $6-11\ \mu\text{m}$ ，突起高  $12.5-31\ \mu\text{m}$ ，朝末端逐渐变窄至尖，伸达接触区边缘，或至带环；区界限清楚、加厚显著，呈明显的钝角三角形，三边稍内凹，区内无明显纹饰；带环表面具辐射状细条纹，边缘和整个远极面具锚刺状纹饰；锚刺在赤道边缘几乎完全融合成环（仅剩低锥刺状突起）；远极面纹饰，分布致密，表面光滑，刺干多呈长圆锥状，基部宽  $13.6-25\ \mu\text{m}$ ，突起高  $27-35.7\ \mu\text{m}$ ，顶端小茎长  $3-5\ \mu\text{m}$ ，分叉长  $1.5-3\ \mu\text{m}$ ，叉尖常呈倒勾状；带环宽  $88.9-125\ \mu\text{m}$ ，边缘呈不规则细锯齿状，突起  $34-42$  枚。

**比较** 本新种与 *Ancyrospora irregularis* (sp. nov.) 较相似，但后者接触区表面界限不清楚，刺干长棒状且长短参差不齐，带环宽窄不一，看起来很不规则。



插图 22 *Ancyrospora conjunctiva* (sp. nov.) 远极面纹饰侧面观 (Distal sculptural elements of *A. conjunctiva*, lateral view)

### 深裂具环锚刺大孢(新种) *Ancyrospora dissecta* (sp. nov.)

(图版 XXXI, 图 1—3, 7—11; 图版 XXXIII, 图 12, 13; 插图 23)

**种征** 辐射对称具环三缝大孢子，赤道轮廓不规则圆形，最大赤道直径  $485(527.9)575\ \mu\text{m}$  (量 9 粒)，全模标本  $550\ \mu\text{m}$ ；三射线清楚、简单或具唇、直，伸达接触区边缘(或附近)；接触区界限清楚，轮廓近三角形，三边内凹，角部圆凸，最大赤道量度  $220-245\ \mu\text{m}$ ，表面微粗糙或具极小的细刺，区内外壁略微高起或加厚，赤道边缘和整个远极面具锚刺状突起，刺干似尖指状，赤道边缘刺干较远极面的略粗、略长，两侧近于平行并常见相邻两刺干彼此几乎完全融合，刺干基宽  $21.8-35.9\ \mu\text{m}$ ，长  $57.7-88.9\ \mu\text{m}$ ，表面光滑(上部)至细条纹状(下部)，顶部钝凸或尖并具一小茎，小茎柔弱，长  $6.2-10.9\ \mu\text{m}$ ，末端两分叉，并呈微倒勾状，长约  $2-3\ \mu\text{m}$ ，但常随小茎断落不见；带环厚实但较窄，宽  $56-10\ \mu\text{m}$ ，表面(近极部分)具辐射状细条纹，边缘呈不规则锯齿状，并多深裂，突起  $28-36$  枚，



插图 23 *Ancyrospora dissecta* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. dissecta*, lateral view)

外层厚实;内层薄,并具褶皱;浅棕至深棕色。

**比较** 新种与 *Ancyrospora penicillata* (sp. nov.) 极相似,但后者三射线较长(可伸达带环边缘),唇发育,纹饰较密(边缘突起 36—45 枚),刺干犬齿状或毛笔状。

### 清楚具环锚刺大孢(新种) *Ancyrospora distincta* (sp. nov.)

(图版 XI, 图 1; 图版 XXXII, 图 1—3; 插图 24)

**种征** 辐射对称具环三缝大孢子,赤道轮廓宽圆三角形至近圆形,最大赤道量度 169 (359) 385  $\mu\text{m}$  (量 14 粒),全模标本 195  $\mu\text{m}$ ,副模标本 273.4  $\mu\text{m}$ ;三射线清楚、细长,伸达赤道边缘,具唇(或褶皱),唇发育、弯曲或波状,常在接触区内较粗壮,宽约 20  $\mu\text{m}$ ,微突起,高 18—35  $\mu\text{m}$ ,超越接触区向带环延伸,并逐渐变窄至末端尖,伴随三射线伸达赤道边缘,接触区界限清楚,微微突起或加厚,表面光滑至微粗糙,边缘界线与赤道轮廓接近一致;带环外缘和整个远极面具锚刺状突起,刺干以圆锥状为主,表面光滑或具微弱细条纹,刺干基部宽 16.8—40  $\mu\text{m}$ ,突起高 24.5—52.4  $\mu\text{m}$ ,顶端尖并具一小茎,茎高约 2  $\mu\text{m}$ 、柔弱,末端两分叉甚微,并常随小茎断落不见;带环厚实,宽度接近均匀,约 75—120  $\mu\text{m}$ ,表面(近极部分)具辐射状条纹,致密、微弯曲,环边缘呈不规则锯齿状,突起约 22—30 枚;外壁厚实(不可量),深棕色或不透明(黑色)。

**比较** 本新种与本文描述的下列新种主要区别是: *Ancyrospora irregularis* (sp. nov.) 接触区界限不清楚,环宽窄不一,并常见深开裂,纹饰长棒状; *A. penicillata* (sp. nov.) 纹

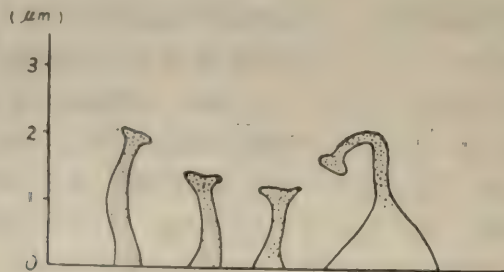


插图 24 *Ancyrospora distincta* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. distincta*, lateral view)



饰以毛笔状或犬齿状突起为主，分布较密（边缘突起 36—45 枚），环边缘呈不规则犬齿状。

### 不规则具环锚刺大孢(新种) *Ancyrospora irregularis* (sp. nov.)

(图版 XXXIII, 图 1—3; 插图 25)

**种征** 辐射对称具环三缝大孢子，赤道轮廓不规则近圆形或宽圆三角形，最大赤道直径 375 (489.1) 585.7  $\mu\text{m}$  (量 18 粒)；三射线一般不清楚，唇(或褶皱)微突起，顶部突起高 15—35  $\mu\text{m}$ ，宽约 15—28  $\mu\text{m}$ ，伸达带环内侧或外缘附近；接触区界限不清楚或仅可识别，略呈近三角形，其最大量度常略大于带环最大宽度，区内外壁隆起或加厚，高约 55—105  $\mu\text{m}$ ，表面粗糙；带环边缘和整个远极面具锚刺状突起，环缘突起较远极面的粗壮和修长，刺干以长棒状为主，表面具细条纹，顶端钝凸，其上小茎及其末端两分叉极柔弱，常断落不见，刺干基宽 23—35  $\mu\text{m}$ ，长 89—108  $\mu\text{m}$ ，顶端小茎长 2—3  $\mu\text{m}$ ，分叉长约 1.5  $\mu\text{m}$ ；局部(赤道)相邻纹饰刺干几乎完全融合并构成环的最宽部分；带环宽度在同一标本上，常因相邻纹饰彼此连接或融合的程度不同而异，局部最大宽度常大于刺干长度，可达 105—155  $\mu\text{m}$ ，而最小宽度仅 30—66  $\mu\text{m}$ ，表面(近极部分)具辐射状排列的细条纹，边缘刺状突起长短不一，参差不齐，或稀或密，很不规则，突起 27—36 枚；外壁厚实(不可量)，棕至深棕色。全模标本 464.3  $\mu\text{m}$ 。

**比较** 新种以其接触区表面界限不清楚，带环宽窄不一，刺干长棒状，相邻纹饰刺干彼此融合等特征，与 *Ancyrospora distincta* (sp. nov.) 和 *A. penicillata* (sp. nov.) 明显不同；与 *Ancyrospora conjunctiva* (sp. nov.) 的主要区别在于带环宽窄不一和边缘突起长短不一。

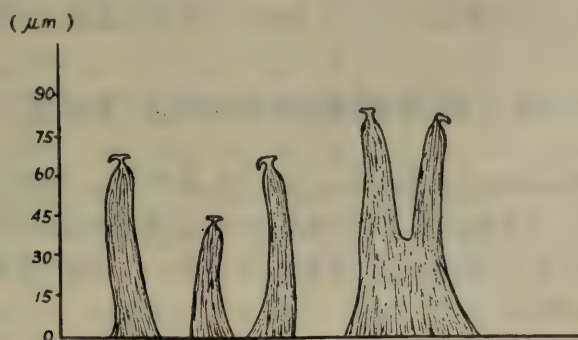


插图 25 *Ancyrospora irregularis* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. irregularis*, lateral view)

### 犬齿状具环锚刺大孢(新种) *Ancyrospora penicillata* (sp. nov.)

(图版 XXIII, 图 5; 图版 XXX, 图 1—4; 插图 26)

**种征** 辐射对称具环三缝大孢子，赤道轮廓圆三角形至近圆形，最大赤道量度 230 (387.2) 252  $\mu\text{m}$  (量 7 粒)，全模标本 400  $\mu\text{m}$ ，副模标本 370  $\mu\text{m}$ ；三射线不完全清楚，可

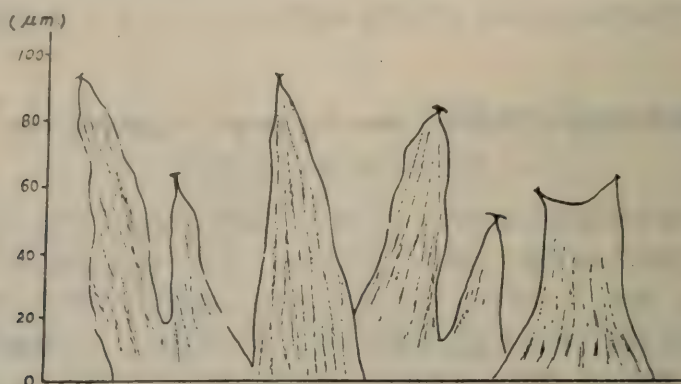


插图 26 *Ancyrospora penicillata* (sp. nov.) 赤道纹饰侧面观 (Equatorial sculptural elements of *A. penicillata*, lateral view)

见者细长、弯曲，伸达赤道附近，或具唇，并在接触区内较发育，微波状，顶部略略突起，高 11—17  $\mu\text{m}$ ，单片唇宽 8—16  $\mu\text{m}$ ；外壁近极面无明显纹饰，锚刺状纹饰仅限于带环边缘和整个远极面，分布致密，基部彼此接触，刺干犬齿状或毛笔状、坚实，表面光滑或微粗糙(上部)至细条纹状突起(下部)，或具细条纹状结构，基部宽 21—36  $\mu\text{m}$ ，长 54.6—101  $\mu\text{m}$ ，顶端小茎长约 5  $\mu\text{m}$ ，末端分叉尖细、略下弯，长 2—3  $\mu\text{m}$  (或更短)，但常断落不见；带环厚实，表面(近极部分)光滑(外侧部分)至细条纹状突起(内侧部分)，并略呈辐射状排列，环宽 75—123  $\mu\text{m}$ ，环外缘犬齿状或毛笔状，突起 36—45 枚；外壁厚实，常不透明，棕至深棕色。

**比较** 新种与 *Ancyrospora dissecta* (sp. nov.) 的主要区别，在于后者接触区界限清楚以及带环多深裂，刺干两侧近于平行，并常见相邻两刺干彼此几乎完全融合等。

#### 四、微体植物群的特征与对比

中国泥盆纪陆相或海陆交替相沉积，分布广泛，发育良好，所含化石孢子和其他生物群十分丰富，其中以云南东部沾益龙华山地区中泥盆世海口组的微体植物群属种最多，保存最好，并常与海陆相沉积的大化石共生或互层，因此，所获组合及其对相应地层的划分与对比的意义，越来越引起人们的关注。

云南沾益史家坡海口组微体植物群，产自通常所说的“海陆”交替相沉积中，不仅属种丰富、数量众多、特征独具、保存完美，而且对其所在层位的地质时代的确定也是可靠无疑的，得到世界性泥盆纪标准大化石——植物和腕足类的支持。如前所述，该微体植物群，能够鉴定到种的 173 个，除 5 新属的分子外，其余可分别归纳到 52 个已知形态属内；建立了新种 69 个，其中有 13 新种被分别归入下列五新属：*Peltosporites* (3)<sup>1)</sup>，*Favispora* (3)，*Costazonotriletes* (3)，*Verrucizonotriletes* (2)，以及 *Reticulatamonoletes* (2)。*Acritosporites*

1) 圆括号内的数字为种的数量(以下皆同)。



和 *Coronispora* 两属被修订；21 类型(或种)的鉴定有保留；此外，还有少数其他微体化石，如疑源类和虫牙等，这些通常被认为标志着海水沉积的分子，均未定种、未描述，仅贴有图片，以示存在。最大赤道量度大于或接近 200  $\mu\text{m}$  的分子(常称之为大孢子)，被归入 *Calamospora* (1), *Cereusisporites* (1), *Longhuashanispora* (1), *Coronispora* (1), *Nikitinsporites* (2) 和 *Ancyrospora* (5) 等属内。占优势的主要是下列三种类型的分子：弓脊类型的 *Retusotriletes* (10)，栉形类型的 *Archaeozonotriletes* (7), *Tholisporites* (4), *Chelinospora* (8), *Cymbosporites* (8)，以及具锚刺纹饰的 *Hystricosporites* (8), *Nikitinsporites* (2), *Ancyrospora* (18) 约占孢子类型的 40% 及组合成分的 74.5%；其次为 *Favispora* (gen. nov.) (4), *Lophozonotriletes* (7)，和 *Costazonotriletes* (gen. nov.) (3) 三属的分子，分别为孢子类型和组合成分的 8.1% 与 13.6%。

### (一) 与国内资料比较

本文着重与邻近云南沾益一曲靖、四川渡口大麦地一带和贵州独山与都匀等地的泥盆纪的孢子组合对比。现将云南沾益史家坡海口组微体植物群某些(孢子)种在上述三地区泥盆系的分布，列于表 3，并作相应对比。

1. 沾益史家坡海口组微体植物群与其邻近的沾益龙华山上部组合(卢礼昌, 1980b) 最为相似，两者共同成分达 42 种之多(表 3)，约占史家坡海口组微体植物孢子已知种的一半。除上述表中共同种所归入的各属以外，还有下列诸属：*Leiotriletes*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Camarozonotriletes*, *Dictyotriletes* 和 *Archaeoperisaccus* 等，也为彼此共有的类型。所不同的是，当前微体植物群所含的孢子类型更为丰富，达 170 余种，为龙华山上部组合的两倍(强)，其中占优势的成分，有弓脊孢属 *Retusotriletes* 13 种、栉状类型的 *Archaeozonotriletes* 7 种、*Tholisporites* 4 种、*Chelinospora* 8 种、*Cymbosporites* 8 种，以及具环锚刺孢属 *Ancyrospora* 18 种，除 *Retusotriletes* 的分子仅多一种外，其余分别为沾益龙华山上部组合同属或同类型的 1.5 倍和 4 倍。同时，还有龙华山上部组合未曾发现的 *Lophozonotriletes* 形态分子 7 种，以及独具特征的两新属 *Costazonotriletes* 和 *Verrucizonotriletes* 的分子 5 种；此外，还有少量的疑源类等海生生物微体化石。在大化石方面，沾益史家坡海口组沉积，除产有和沾益龙华山(剖面)上部地层所含有的相同的陆相化石，如大植物 *Protolepidodendron scharyanum* Krejci 和鱼 *Bothriolepis* sp. 等外，还发现具有一定时代意义的腕足类：*Stringocephalus burtini* Defrance 等。

上述差异的原因，或许可归纳为以下两方面：(1) 据野外观察、测量以及沾益-曲靖地区地层对比结果表明，沾益史家坡剖面地层厚度(105.88 m) 较沾益龙华山剖面上部地层厚度(15—17 层：55.5 m) 大许多。考虑到该两剖面的间距仅约 5 km，所以史家坡剖面的部分地层是龙华山剖面地层的补充或沉积的继续；(2) 这种差异很可能是受沉积环境控制的反映。最明显的标志是，在史家坡剖面产出的、常见于半咸水或海水沉积中的疑源类(acritarchs) 化石，在龙华山剖面中没有发现。因此，龙华山上部泥盆纪的沉积可视为在淡水环境下建造的。

2. 四川渡口大麦地一带的晚泥盆世孢子组合(卢礼昌, 1981) 除泥盆系常见的属种

表 3 当前微体植物群的某些种在我国西南地区泥盆系的分布  
(Stratigraphic ranges in Southwest China for selected species of  
the present microflora)

| 产地及时代                                        | 云南曲靖徐家冲<br>组合(卢礼昌、<br>欧阳舒,1976)<br>D <sub>1</sub> <sup>1</sup> | 云南沾益龙华山<br>上部组合(卢礼<br>昌, 1980b)<br>D <sub>2</sub> <sup>1</sup> | 四川渡口大麦地<br>组合(卢礼昌,<br>1981)<br>D <sub>3</sub> <sup>1</sup> | 贵州独山、都匀<br>地区龙洞水组合<br>(高联达、侯静<br>鹏,1975)<br>D <sub>2</sub> <sup>1</sup> |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 属种名称                                         |                                                                |                                                                |                                                            |                                                                         |
| <i>Retusotriletes communis</i>               |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>R. simplex</i>                            | *                                                              | *                                                              | *                                                          |                                                                         |
| <i>R. distinctus</i>                         | *                                                              |                                                                |                                                            |                                                                         |
| <i>R. triangulatus</i>                       | *                                                              | *                                                              | *                                                          | *                                                                       |
| <i>R. rugulatus</i>                          |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>R. confossus</i>                          | *                                                              | *                                                              | *                                                          |                                                                         |
| <i>R. impressus</i>                          |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>R. levidensus</i>                         |                                                                | *                                                              | *                                                          |                                                                         |
| <i>Verruciretusispora platyverruca</i>       | *                                                              |                                                                |                                                            |                                                                         |
| <i>Cornispora langeniformis</i> (comb. nov.) |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Anapiculatisporites minutus</i>           | *                                                              | *                                                              |                                                            | *                                                                       |
| <i>An. diludus</i>                           |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Apiculatisporis aculeatus</i>             |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Corystisporites conicus</i>               |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Apiculatisporites delicatus</i>           |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Apiculiretusispora crassa</i>             |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Cereusisporites mirabilis</i>             |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Raistrickia incompleta</i>                |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Acinosporites acanthomammillatus</i>      |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Ac. pyramidatus</i>                       |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Longhuashanispora commixta</i>            |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Favisporareticuloides</i> (comb. nov.)    |                                                                | *                                                              | *                                                          |                                                                         |
| <i>Camarozonotriletes microgranulatus</i>    |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>C. convexus</i> (sp. nov.)                |                                                                |                                                                |                                                            | *                                                                       |
| <i>Lophozonotriletes baculiformis</i>        |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Stenozonotriletes clarus</i>              |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Samarisporites triangulatus</i>           |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>S. heteroverrucosus</i>                   |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Geminospora punctata</i>                  |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Archaeozonotriletes variabilis</i>        |                                                                | *                                                              | *                                                          |                                                                         |
| <i>Ar. auritus</i>                           |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ar. splendidus</i>                        |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Tholisporites distalis</i>                |                                                                |                                                                | *                                                          |                                                                         |
| <i>Th. densus</i>                            |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Th. interopunctatus</i> (sp. nov.)        |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Chelinospora ligulata</i>                 |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ch. irregulata</i>                        |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ch. multireticulata</i>                   |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ch. ochyrosa</i>                          |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ch. rarireticulata</i>                    |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |
| <i>Ch. regularis</i> (sp. nov.)              |                                                                | *                                                              |                                                            |                                                                         |



续 表

| 产地及时代<br>属种名称                                           | 云南曲靖徐家冲<br>组组合(卢礼昌、<br>欧阳舒,1976)<br>D <sub>1</sub> <sup>i</sup> | 云南沾益龙华山<br>上部组合(卢礼<br>昌,1980b)<br>D <sub>2</sub> <sup>i</sup> | 四川渡口大麦地<br>组合(卢礼昌,<br>1981)<br>D <sub>3</sub> <sup>i</sup> | 贵州独山、都匀<br>地区龙洞水组合<br>(高联达、侯静<br>鹏,1975)<br>D <sub>2</sub> <sup>i</sup> |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Cymbosporites cyathus</i>                            |                                                                 | *                                                             | *                                                          |                                                                         |
| <i>C. microverrucosus</i>                               |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>C. dentatus</i>                                      |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>C. magnifica</i> var. <i>magnifica</i> (comb. nov.)  |                                                                 | *                                                             | *                                                          |                                                                         |
| <i>C. magnifica</i> var. <i>endoformis</i> (comb. nov.) |                                                                 | *                                                             | *                                                          |                                                                         |
| <i>Perotriletes conicus</i>                             |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Rhabdosporites</i> cf. <i>cymatilus</i>              |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Thymospora imperfecta</i> (sp. nov.)                 |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Arohaeoperisaccus scabratus</i>                      |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Ar. indistinctus</i> (sp. nov.)                      |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Hystricosporites germinis</i>                        |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>Ancyrospora melvillensis</i>                         |                                                                 |                                                               | *                                                          |                                                                         |
| <i>An. arguta</i>                                       |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>An. acuminata</i>                                    |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |
| <i>An. subcircularis</i>                                |                                                                 | *                                                             |                                                            |                                                                         |

外,以具多属多种的有环分子,如 *Rotaspora*, *Camarozonotriletes*, *Densosporites*, *Aseprispora* 和 *Galeatisporites* 等属的代表为特征。该组合中的 20 种在云南沾益史家坡海口组微体植物群中也有出现(表 3)。但该组合中具环类型的代表较海口组微体植物群的要多许多(17 种),而常见于海口组的许多分子,如具锚刺纹饰的 *Hystricosporites* 和 *Ancyrospora* 分子,则少得多(仅 6 种),约为本微体植物群的 1/5;同时,大麦地组合缺失海口组常见的 *Chelinospora* 的分子。上述两组合的成分或类型,彼此相对的增减或有无差异,与它们所属地层的地质时代较为接近而略有新老之分是吻合的。

3. 当前微体植物群与云南曲靖翠峰山下泥盆统徐家冲组孢子组合(卢礼昌、欧阳舒, 1976)在组合成分上,彼此差异较大,徐家冲组合以光面的和具纹饰的弓型脊类型,如 *Retusotriletes* (9), *Apiculiretusispora* (4) 和 *Verruciretusispora* (2) 的代表为主要成分,约占该组合类型的 1/2 和组合成分的 2/3 (弱);在史家坡海口组微体植物群中,则相对较少(17 种),仅占孢子类型的 1/10 (弱)和组合成分的 1/20。同时, *Ancyrospora* 等具锚刺纹饰的三缝孢子和 *Archaeoperisaccus* 等单缝孢子,在徐家冲组合中均未发现或完全缺失。由此可见,该两组合成分的明显差异直接或间接地表明,它们的地质时代是各不相同的。

4. 贵州独山和都匀地区的龙洞水组合(高联达、侯静鹏, 1975),虽被认为是中泥盆世的沉积,但在组合成分上与云南沾益史家坡海口组的微体植物群相差甚大,难于对比;甚至两组合几乎连一个共同种都没有。但他们归于 *Retusotriletes* cf. *distinctus* Richardson, *Acanthotriletes minus* Gao et Hau 和 *Diatomozonotriletes devonicus* Naumova var. *azonatus* Tschibr. (图版 IX, 图 14a) 的标本,其形态特征似乎可分别与本文海口组的 *Retusotriletes*, *triangulatus* Streel, *Anapiculatisporites minutus* Lu et Ouyang 和 *Camarozonotriletes convenus* (sp. nov.) 的特征相同或相似。尽管如此,该两组合面貌的差别仍是显而易见的这。

是因为: (1) 地质时代的不同。“贵州独山和都匀龙洞水组地层属中泥盆世早期”, 其孢子组合“可以与国外艾斐尔阶孢子组合比较”(高联达、侯静鹏, 1975, 181 页), 而当前微体植物群则是获自中泥盆世晚期(吉维特期); (2) 沉积环境的不同。龙洞水组主要是碳酸盐沉积, 而史家坡海口组虽然含有产 *Stringocephalus* 分子的夹层, 但该组地层毕竟是以非海相沉积为主的, 并富含大植物化石。

此外, 黑龙江密山泥盆纪黑台组的微体化石群(欧阳舒, 1984) 是以 *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora*, *Grandispora* 和 *Biorantispora* 等属为主要成分的, 约占该化石群的 1/2。虽然其地质时代和云南沾益海口组微体植物群的时代相同, 也被定为中泥盆世晚期(吉维特期), 但微体化石群的面貌却各具特征, 彼此差异甚大, 甚至连一个同种名的分子也没有, 难于对比。尽管如此, 它们各自的微体化石群却都是由“孢子加疑源类”所组成的; 这又似乎表明它们的沉积环境都具半咸水或近岸海水建造的特征(由组合中含有少量疑源类等海相化石所证实); 同时也表明, 通常被认为沉积环境可控制或影响组合成分特征的说法是有条件的, 或仅是部分原因而已, 但该两微体化石群差异甚大的确切原因是什么, 尚不清楚, 或许与黑台组微体化石仅获自一小块岩石的数克碎片有关, 组合面貌暴露不充分。另一方面, 大地构造单元的不同, 或许也是影响该两组合面貌差异的原因之一, 因为黑台组属地槽区沉积, 而海口组则属地台区沉积。

## (二) 与国外资料对比

正如一般认为的那样, 泥盆系孢子组合的大区域对比, 存在着许多实际困难。泥盆系孢子组合除缺乏详细的描述和必要的插图外, 最大的障碍是没有公认的或统一的分类系统。因此, 云南沾益史家坡海口组微体植物群与国外各地泥盆系组合的对比, 仅仅是粗略的或是笼统的。

1. Richardson (1960, 1962 和 1965) 记载的苏格兰各地中老红砂岩若干孢子组合, 均获自属于中泥盆世晚期(吉维特期)的埃德和瑟索薄层砂岩群以及上部 *Achanarras* 鱼层。若将该时代的这些组合看作整体, 那么该组合与本文报道的沾益史家坡海口组微体植物群之间, 有以下几方面是相同或可比较的:

(1) 类型相同或形态特征最为接近的分子有以下几种, 见表 4。

表 4 苏格兰中老红砂岩的孢子组合与当前微体植物群之间的共有分子  
(Common species between spore assemblages from the Middle Old Red Sandstone  
in Scotland and Shijiapo in Zhanyi of Yunnan)

| 苏格兰中老红砂岩孢子组合                                       | 云南沾益史家坡海口组微体植物群                                           |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Retusotriletes distinctus</i> Rich.             | <i>Retusotriletes distinctus</i> Richardson               |
| <i>Retusotriletes dubius</i> Richardson            | <i>Retusotriletes dubiosus</i> McGregor                   |
| <i>Retusotriletes dubius</i> Richardson            | <i>Retusotriletes rugulatus</i> Riegel                    |
| <i>Punctatisporites confossus</i> Rich.            | <i>Retusotriletes confossus</i> (Richardson) Lu et Ouyang |
| <i>Acinosporites acanthomammillatus</i> Richardson | <i>Acinosporites acanthomammillatus</i> Richardson        |



(2) 含两分叉锚刺状纹饰类型的分子, 如 *Hystricosporites* 和 *Ancyrospora* 两属的孢子, 在各自的组合中, 其丰富程度是相当醒目的, 尤其是 *Ancyrospora* 的分子常处于优势地位;

(3) 除上述各属种外, 下列各属也是两组合共有的: *Verrucosisporites*, *Corystisporites*, *Dibolisporites*, *Raistrickia*, *Stenozonotriletes*, *Samarisporites*, *Desosporites* 和 *Rhabdosporites* 等。

(4) 在大小幅度方面, 中国和苏格兰的材料都含有一定类型和数量的大孢子(最大赤道量度大于或接近 200  $\mu\text{m}$  的分子), 但彼此差异看来仍是较明显的。首先, 苏格兰中老红砂岩组合中所含假囊类型的孢子, 如 *Endosporites*, *Auroraspora*, *Calyptrisorites* 和 *Rhabdosporites* 的分子, 其属种数量明显较多、个体也较大; 其次, 具柄类型的各属种, 如归入下列各属: *Archaeozonotriletes*, *Tholisporites*, *Chelinospora* 和 *Cymbosporites* 的孢子则缺乏; 同时未见任何单缝孢属的代表和疑源类 (acritarchs)、虫牙 (scolecodont) 等海生微体化石。这些差异可能是受沉积环境限制的结果, 因为一般认为中老红砂岩为淡水建造, 而沾益史家坡海口组则是以陆相为主夹有半咸水或近岸海水建造的沉积。此外, 也可能是该两组合所在地区母体植物, 在同一地质历史时期略有不同所致。

2. 史家坡海口组微体植物群中的某些分子, 与 Allen (1965, 1967) 描述的西斯匹次卑尔根岛中泥盆世晚期(吉维特期)的孢子群在组成成分上, 存在明显的相似性: *Samarisporites triangulatus* Allen, *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen, *Chelinospora ligulata* Allen 和 *Cymbosporites cyathus* Allen 等属种, 是该两地区组合的共同成分; 此外, 尚有下列分子, 其形态特征看来也非常接近, 见表 5。

表 5 西斯匹次卑尔根岛与云南沾益史家坡微体植物群之间的近似分子  
(Similar species between spore assemblages from Vestspitsbergen and Shijiapo in Zhanyi of Yunnan)

| 西斯匹次卑尔根岛的孢子                            | 云南沾益史家坡海口组的孢子                          |
|----------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Chelinospora concinna</i> Allen     | <i>Chelinospora irregularata</i> Lu    |
| <i>Chelinospora concinna</i> Allen     | <i>Chelinospora ochyrosa</i> Lu        |
| <i>Grandispora diamphida</i> Allen     | <i>Grandispora distalis</i> (sp. nov.) |
| <i>Archaeozonotriletes sarus</i> Allen | <i>Tholisporites distalis</i> Lu       |

同时, 还有一些共同属: *Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Calamospora*, *Raistrickia*, *Reticulatisporites*, *Stenozonotriletes*, *Geminospora*, *Perotriletes*, *Rhabdosporites*, 以及 *Hystricosporites*, *Nikiinsporites* 和 *Ancyrospora* 等。但彼此的差异仍存在, *Retusotriletes* 在云南沾益海口组相当丰富, 但在西斯匹次卑尔根岛的组合中则完全缺失; 而假囊类型的成分, 如 *Rhabdosporites* 的代表, 则在该岛组合中较丰富, 孢子个体也较大, 再者, 该岛组合和苏格兰中老红砂岩各组合一样, 也不含任何单缝孢子和海生生物化石。

上述三组合的比较结果, 一方面说明欧、亚组合间存在若干共同成分, 有着广泛的相似性, 并反映出中泥盆世晚期的陆生植物群尚无明显的全球性的分异现象; 另一方面说明, 彼此又确实存在一定的差异, 例如云南沾益史家坡海口组的组合成分最为丰富, 除若

干新的分子外,不仅包含有苏格兰中老红砂岩和西斯匹次卑尔根岛两组合中各自占优势的分子,而且还含有该两组合彼此缺失的分子。造成这种“富”、“贫”的因素可能是多方面的,除各组合所处的层位可能略有不同外,或许与古气候的影响关系较大,如果苏格兰中老红砂岩建造中所含的某些红色岩层,是当时当地气候干燥的反映的话,那么,云南沾益史家坡海口组沉积不含任何红层,则是潮湿气候的反映。现代植被分布的特征表明:气候干燥地区,植被种类较单调,且不育,而潮湿地区的植被种类则较繁多,且甚发育。因此,后一地区的孢子花粉,其类型也相应地较前一地区的更为丰富。由此推论,现今的云南沾益史家坡地区,在中泥盆世晚期时气候是比较湿润的,有利于陆生植物的生长和分异,即产生孢子的母体植物群较茂盛和繁多,从而孢子类型也更为丰富多采。

3. 沾益史家坡海口组微体植物群与俄罗斯地台泥盆系孢子组合之间,有下列共同种: *Retusotriletes communis*, *R. simplex*, *Verrucosisporites nitidus*, *Lophotriletes minor*, *Lophozonotriletes polymorphus*, *L. timanicus*, *Archaeozonotriletes variabilis*, *Ancyrospora arguta*, *A. incisa*; 此外在形态类型方面,如具弓脊和具环类型方面,彼此均存在广泛的相似性;在纹饰类型方面也多有相同,象具两分叉锚刺状纹饰的特殊分子,在上述两地组合中均较丰富。饶有趣味的是 *Archaeoperisaccus* 这一形态特殊的单缝孢属的分子,虽然两地都有较多的发现,但在中国除晚泥盆世早期(弗拉斯期)外,则多发现于中泥盆世晚期(吉维特期),而在苏联,则和加拿大一样,仅限于晚泥盆世早期(弗拉斯期),并常被视为该时期的标准化石。这或许是产该类孢子的母体植物在较低纬度的中国起源较早的原因。

#### 4. 与加拿大北极群岛中、晚泥盆世各组合比较

(1) McGregor 和 Camfield (1982) 报道的梅尔维尔岛东北部的中泥盆世(早艾斐尔期一中吉维特期)的小孢子组合,是以具细小锚刺纹饰的 *Ancyrospora* 属的多种分子为特征的。该组合中的某些分子在沾益史家坡海口组微体植物群中也有存在,如表6所示。

表6 梅尔维尔岛东北部孢子组合与云南沾益史家坡微体植物群之间的共有分子  
(Common species between spore assemblages from northeastern Melville  
Island and Shijiapo in Zhanyi of Yunnan)

| 梅尔维尔岛东北部组合的孢子                                                  | 云南沾益史家坡海口组的孢子                                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Retusotriletes dubiosus</i> McGregor                        | <i>Retusotriletes dubiosus</i> McGregor                         |
| <i>Retusotriletes rugulatus</i> Riegel                         | <i>Retusotriletes rugulatus</i> Riegel                          |
| <i>Acinosporites acanthomammillatus</i> Richardson             | <i>Acinosporites acanthomammillus</i> Richardson                |
| <i>Archaeozonotriletes timanicus</i> Naumova                   | <i>Lophozonotriletes polymorphus</i> (Naumova) (comb. nov.)     |
| <i>Archaeozonotriletes variabilis</i> (Naumova) Allen          | <i>Archaeozonotriletes variabilis</i> (Naumova) Allen           |
| <i>Cymbosporites magnifica</i> (McGregor) McGregor et Camfield | <i>Cymbosporites</i> var. <i>magnifica</i> (Owens) (comb. nov.) |
| <i>Hystricosporites gravis</i> Owens                           | <i>Hystricosporites</i> cf. <i>gravis</i> Owens                 |
| <i>Cyclogranisporites amplius?</i> McGregor                    | <i>Geminispora punctata</i> Owens                               |

除上述诸种所属的各属外,尚有下列共同属: *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Verrucosisporites*, *Verruciretusispora*, *Lophotriletes*, *Anapiculatisporites*, *Corystisporites*, *Apiculatasporites*, *Apiculiretusispora*, *Dibolisporites*, *Convolutispora*, *Camazonotriletes*, *Densosporites*,



*Cristatisporites*, *Perotrilites*, *Auroraspora*, *Grandispora*, *Rhabdosporites* 和 *Ancyrospora* 等 19 属, 恰为梅尔维尔岛小孢子总属的一半。尽管如此, 史家坡海口组微体植物群与该岛东北部孢子群彼此差异仍较明显。首先, 表现在归属相同, 但种数不同上。如表 7 所示。

表 7 梅尔维尔岛东北部孢子组合与云南沾益史家坡微体植物群之间相同属的种数不同  
(Differences in species composition of same genera between spore assemblages  
from northeastern Melville Island and Shijiapo in Zhanyi of Yunnan)

| 属 名                        | 种 数      |            |
|----------------------------|----------|------------|
|                            | 梅尔维尔岛东北部 | 云南沾益史家坡海口组 |
| <i>Retusotriletes</i>      | 4        | 13         |
| <i>Geminospora</i>         | 8        | 3          |
| <i>Archaeozonotriletes</i> | 2        | 7          |
| <i>Cymbosporites</i>       | 4        | 8          |
| <i>Perotrilites</i>        | 4        | 1          |
| <i>Grandispora</i>         | 15       | 2          |
| <i>Rhabdosporites</i>      | 3        | 2          |
| <i>Hystricosporites</i>    | 4        | 8          |
| <i>Ancyrospora</i>         | 9        | 18         |

表 7 所列归入各属的种数的差异, 似乎有这样一种关系: 外壁厚实、纹饰粗壮、个体较小的分子, 如 *Retusotriletes*, *Archaeozonotriletes*, *Cymbosporites*, 以及 *Hystricosporites* 与 *Ancyrospora* 的代表, 在沾益史家坡海口组的微体植物群中较多, 而在梅尔维尔岛东北部的孢子组合中则较少; 相反, 外壁较薄、具假囊(或腔)的分子, 如 *Grandispora*, *Rhabdosporites*, *Geminospora* 与 *Perotrilites* 等属的代表, 则在梅尔维尔岛东北部的孢子组合中较多。存在这种关系的原因, 可否推论为是史家坡海口组微体植物群离其母体植物群区的间距较梅尔维尔岛东北部组合的更近的缘故。因为外壁单薄、具假囊(或腔)的分子, 其个体虽然较大, 但比重却较小, 而外壁厚实、纹饰粗壮的分子, 虽然其个体较小, 但比重却较大, 因此, 在搬运过程中, 前者势必更远离其母体植物群区。

此外, McGregor (1969) 认为产自蕨类, 特别是石松纲母体植物的 *Nikitinsporites* 和 *Archaeoperisaccus* 的分子, 在梅尔维尔岛东北部的中泥盆世组合中缺失, 而在云南沾益地区的中泥盆世沉积中则常有发现。但目前, 充分探讨这种差异是否真正是该两地区间当时陆生植物群分区不同的反映或是它们的母体植物发生早晚的结果, 尚不可能。

(2) Owens (1971) 描述的加拿大北极群岛 Weatherall 组、晚泥盆世 Hecla Bay 组小孢子组合, 除很小部分的标本是获自帕特里克太子岛的外, 其余绝大多数标本也是梅尔维尔岛的, 并以该岛东部材料为主。现以该材料为例与云南沾益史家坡海口组微体植物群作一比较。

第一, 云南沾益史家坡海口组微体植物群的某些种, 在加拿大梅尔维尔岛东部泥盆系的分布概况, 如表 8 所示。

第二, 梅尔维尔岛东部孢子组合特征及与沾益海口组微体植物群比较:

a. 下部中泥盆世(吉维特期)组合: 该组合以数量众多、个体较大的假囊或“腔状”

表8 云南沾益史家坡微体植物群的某些分子在梅尔维尔岛东部泥盆纪地层中的分布  
(Stratigraphic ranges in eastern Melville Island for selected species from  
Shijiapo in Zhanyi of Yunnan)

| 孢子种名                                                           | Weatherall For.<br>(D <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) | Hecla Bay For.<br>(D <sub>3</sub> <sup>1</sup> ) | Griper Bay For.<br>(D <sub>4</sub> <sup>1</sup> ) |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Retusotriletes distinctus</i> Richardson                    |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Retusotriletes dubiosus</i> McGregor                        | *                                                 |                                                  |                                                   |
| <i>Apiculiretusispora nitida</i> Owens                         |                                                   | (不含孢子)                                           | *                                                 |
| <i>Geminospora punctata</i> Owens                              |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Cymbosporites</i> var. <i>magnifica</i> (Owens) comb. nov.  |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Cymbosporites</i> var. <i>endoformis</i> (Owens) comb. nov. |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Rhabdosporites micropaxilla</i> Owens                       | *                                                 |                                                  | *                                                 |
| <i>Hystricosporites</i> cf. <i>gravis</i> Owens                | *                                                 |                                                  | *                                                 |
| <i>Ancyrospora melvillensis</i> Owens                          |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Ancyrospora pulchra</i> Owens                               |                                                   |                                                  | *                                                 |
| <i>Archaeoperisaccus scabratus</i> Owens                       |                                                   |                                                  | *                                                 |

(camerate) 小孢子, 如 *Rhabdosporites langii* (Eisenack) Richardson, *Calyptriosporites velatus* (Eisenack) Richardson, *Calyptriosporites* sp. A, *Auroraspora macromanifestus* (Hacquebard) Richardson, *Grandispora mammillata* Owens, *Spinozonotriletes* sp. A, ?*Spinozonotriletes rugosus* Owens 和 *Samarisporites* 的代表 (Owens, 1971, pp.29—82) 为特征。与沾益海口组微体植物群的共同成分仅有: *Retusotriletes dubiosus* McGregor, *Rhabdosporites micropaxillus* Owens 和 *Hystricosporites* cf. *gravis* Owens 等三种, 同时, 代表该组合特征的上述各类型, 除 *Samarisporites* 的分子外, 其余各分子, 在沾益海口组微体植物群中, 几乎全缺失; 而在沾益海口组微体植物群中占有相当优势的 *Ancyrospora* 代表, 在梅尔维尔岛东部组合中则不存在。显然该两组合成分存在较大的差异。造成这种差异的原因尚难以确切阐明, 但从我国贵州中泥盆世早期(艾斐尔期)龙洞水组组合(高联达、侯静鹏, 1975)中也含有一定类型和数量的假囊或腔状孢子中得到启示: 可能是层位有所不同的结果。这一推论与该岛上部组合可能为艾斐尔期是吻合的。

b. 上部晚泥盆世(弗拉斯期)组合: 该组合以归于 *Apiculiretusispora*, *Archaeozonotriletes*, *Cymbosporites*, *Contatisporites*, *Ancyrospora* 以及 *Archaeoperisaccus* 各属的分子为主要成分。与沾益海口组微体植物群的共同成分有下列诸种: *Retusotriletes distinctus* Richardson, *Apiculiretusispora nitida* Owens, *Geminospora punctata* Owens, *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen, *Cymbosporites* var. *magnifica* (Owens) comb. nov., *C.* var. *endoformis* (Owens) comb. nov., *Rhabdosporites micropaxillus* Owens, *Hystricosporites* cf. *gravis* Owens, *Ancyrospora melvillensis* Owens, *A. pulchra* Owens 和 *Archaeoperisaccus scabratus* Owens 等, 达 11 种之多。鉴于两地的地理位置相距颇为遥远, 这种相同实属罕见; 而彼此时代的相异, 又似乎令人费解。造成这些不同的确切原因还不清楚, 但可否作下列推论: 即含孢子层位可能相同或相当, 但由于作者确定组合时代的根据或者认识的基础不同, 其结论也就自然各异了。



## 五、时代讨论

海口组的研究至少可追溯到四十年代初,很久以来,鱼(沟鳞鱼)和大植物(原始鳞木等)一直是主要研究对象,也是探讨地质时代的主要依据。有关海口组动植物群地质时代的归属,前人已有许多宝贵的建议和论述,尽管各有异议,但随着资料的增补和研究的深入,有关时代的争议也日趋一致(表9)。本文继云南龙华山泥盆纪大孢子(卢礼昌、欧阳舒,1978)和小孢子(卢礼昌,1980b)的讨论后,仍从孢粉学的观点,力图为海口组所含微体植物群的地质时代作某些必要的补充。

表9 云南东部海口组时代划分沿革表  
(Age assignments of Haickou Formation in eastern Yunnan)

| 比较项目 | 工作地区<br>昆明海口<br>(谢家荣,<br>1941) | 沾益、武定等地区<br>(王鸿楨,<br>1945) | 云南东部<br>(李星学,<br>1963) | 沾益龙华山<br>(徐仁,<br>1966) | 沾益龙华山<br>(卢礼昌、欧阳舒,1978) | 沾益-曲靖<br>(云南区测队 <sup>1)</sup> ,1978) | 云南东部<br>(李星学、蔡重阳,1979) | 沾益龙华山<br>(卢礼昌,<br>1980b) | 沾益史家坡<br>(本文) |
|------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| 地质时代 | 上泥盆纪                           | 中泥盆世早期或早艾菲尔期               | 中泥盆世早期                 | 中泥盆世早期                 | 倾向于中泥盆世晚期               | 中泥盆世晚期                               | 中泥盆世晚期                 | 倾向于中泥盆世晚期                | 中泥盆世晚期        |
| 化石依据 | 沟鳞鱼                            | 沟鳞鱼与原始鳞木                   | 原始鳞木                   | 原始蕨与原始鳞木               | 大孢子                     | 腕足类、植物和鱼等                            | 植物组合                   | 小孢子组合                    | 微体植物群         |
| 层位说明 |                                |                            |                        | 龙华山剖面顶部                | 龙华山剖面上部地层(15—17层)       |                                      | 以滇东西冲组为代表              | 龙华山剖面上部地层(15—17层)        | 史家坡剖面         |

1) 中华人民共和国区域地质调查报告(曲靖幅)。

1. 从沾益史家坡海口组微体植物群中的某些种(51已知种和4新种)在西南地区泥盆系的分布情况来看(表3):限于中泥盆世晚期(吉维特期)的32种、晚泥盆早期(弗拉斯期)的11种、早泥盆世晚期(艾姆斯期)的2种;分布于早泥盆世晚期至中泥盆世早期的1种、中泥盆世晚期至晚泥盆世早期的6种、早泥盆世晚期至晚泥盆世早期的3种。由此可见,出现在中泥盆世晚期的分子占绝大多数,合计42种之多,占上述55种的76.4%,明显地表明当前微体植物群的地质时代应属中泥盆世晚期(吉维特期)。这一结论,虽然曾分别在“云南沾益龙华山泥盆纪大孢子”(卢礼昌、欧阳舒,1978)和“云南沾益龙华山泥盆纪小孢子及其地层意义”(卢礼昌,1980b)两文中提到,但因当时资料有限,结论根据不甚充分,现随着资料的增多,笔者深感有补充的必要。

2. 从本微体植物群与世界各地泥盆系孢子组合对比情况来看:

1) 与英国苏格兰中老红砂岩各组合(Richardson, 1960, 1962, 1965)之间,虽然组合面貌不尽相同,但彼此仍有共同种5个,共同属8个;而归入这些种的标本,在苏格兰都是获自埃德和瑟素薄层砂岩群以及 *Achanarras* 鱼层上部,公认其时代均属中泥盆世晚期(吉维特期)。因此,本微体植物群的时代归属于中泥盆世晚期的可靠性进一步增长。

(2) 与西斯匹次卑尔根岛中泥盆世晚期(吉维特期)组合(Aleen, 1965)之间,由前述对比表明:彼此形态特征相同或相近的分子有8种,并有共同属12个;在该8种分子

中, 有限于中泥盆世晚期的 5 个, 常见于中泥盆世晚期至晚泥盆世早期的 3 个。这些具有浓厚中泥盆世晚期色彩的分子, 为沾益海口组微体植物群的地质时代的确定提供了依据。

(3) 与北极加拿大梅尔维尔岛东北部中泥盆世组合 (McGregor and Camfield, 1982) 之间, 也有 8 个共同种, 这些共同成分, 显示出这两个同时代而不同地区的组合之间的相似性。

关于 *Archaeoperisaccus* 这一形态特殊的单缝孢属, 虽然笔者 (1980a) 曾专门报道过, 但其时代意义, 当时因限于篇幅, 未能探讨, 现深感有补充的必要。该属的孢子, 在我国发现以前, 其地理和地层分布范围, 仅限于美国 (阿拉斯加)、加拿大 (北极群岛) 和苏联 (西部欧洲部分), 并被认为是这些地区晚泥盆世早期, 即弗拉斯期沉积的标准化石, 如北极加拿大梅尔维尔岛 Griper Bay 组下部组合的时代, 就是根据 *Archaeoperisaccus* 代表的存在, 而被定为晚泥盆世弗拉斯期的 (Owens and Richardson, 1972, p.335)。可是在中国, 该形态分子, 除自弗拉斯期获得外 (卢礼昌, 1981), 常多见于中泥盆世, 尤其是吉维特期较丰富 (卢礼昌, 1980b), 并且在该期的海相 (东岗岭组) 和非完全海相 (海口组) 沉积中均有发现, 现今沾益史家坡海口组所含的 *Archaeoperisaccus scabratus* Owens 和 *A. indistinctus* (sp. nov.), 是与代表中泥盆世晚期沉积的腕足类 *Stringocephalus burtini* Defrance 和 *Stringocephalus* spp. 同层 (17 层) 或多次互层产出的。因此, *Archaeoperisaccus* 的时代在中国, 至少在华南, 不象北美 (美国、加拿大) 和欧洲 (苏联) 那样, 只限于晚泥盆世早期 (法门期)。

此外, 据 Playford 1982 年夏来华访问时说, 澳大利亚也发现有 *Archaeoperisaccus* 的分子, 并且其所在层位也早于晚泥盆世。由此可见, 原先仅限于北半球较高纬度的几个有限地区和晚泥盆世弗拉斯期沉积 (Owens and Richardson, 1972, p.334) 的这一单缝孢属的分子, 现在南、北半球均有发现, 而且在中、晚泥盆世沉积中都有存在, 其时代意义也随之逊色。

## 六、结 论

1. 沾益史家坡海口组微体植物群与沾益龙华山上部组合最为接近, 且属种较之更为丰富; 与中老红砂岩 (吉维特阶部分) 及与其层位相当的欧美组合之间, 有许多共同成分存在, 因此足以证明本微体植物群的地质时代归属中泥盆世晚期 (吉维特期) 是正确的。同时世界性具有中泥盆世标志的动物 (腕足类): *Stringocephalus burtini* Derance 和植物: *Protolpidodendron scharyanum* Krejci 等大化石与该微体植物群的同层或互层产出, 更有力地说明了沾益史家坡海口组微体植物群地质时代的归属是无误的。

2. 海口组微体植物群, 含 *Retusotriletes* 和 *Ancyrospora* 等两属的孢子最多, 合计约为组合类型的 21.1%, 组合成分的 37.4%。

3. 海口组微体植物群中含有少量疑源类的成分, 这强烈地支持了广义的海口组除陆相沉积物外, 确实夹有半咸水相或海相沉积物的说法。

4. 沾益史家坡海口组微体植物群, 可能还没有达到它应有的丰富程度, 但目前仍可将



其视为云南东部地区颇有意义的、中泥盆世晚期(吉维特期)孢子的参照序列。

5. 云南沾益海口组微体植物群与欧美同时代的孢子组合不完全相同,但确实含有不少欧美的分子,组合成分较之更为丰富。

6. *Archaeoperisaccus* 的代表,在苏联、美国和加拿大的分布,仅限于晚泥盆世早期(弗拉斯期)的沉积中,而在中国,至少在华南地区,中、晚泥盆世沉积中均有发现。

## 参 考 文 献

- 王鸿楫, 1945: 云南东部泥盆纪含鱼层(沟鳞鱼层)的层位。科学记录, 1卷, 3—4 合期。前中央研究院出版。
- 卢礼昌、欧阳舒, 1976: 云南曲靖翠峰山下泥盆统徐家冲组孢子组合。古生物学报, 19卷, 6期。
- 卢礼昌、欧阳舒, 1978: 云南沾益龙华山泥盆纪大孢子。古生物学报, 17卷, 1期。
- 卢礼昌, 1980a, 关于 *Archaeoperisaccus* 属在中国云南东部的发现。古生物学报, 15卷, 6期。
- 卢礼昌, 1980b, 云南沾益龙华山泥盆纪小孢子及其地层意义。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 第14号, 1—45页。
- 卢礼昌, 1981: 四川渡口大麦地一带晚泥盆世孢粉组合。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第3号 91—130页。
- 李星学, 1963: 中国晚古生代陆相地层。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。
- 李星学、蔡重阳, 1979: 中国泥盆纪植物群。地层学杂志, 3卷, 2期。
- 徐仁, 1966: 云南泥盆纪植物化石和在该区泥盆系地层划分上的意义。植物学报, 4卷, 1期。
- 欧阳舒, 1984: 黑龙江密山泥盆纪黑台组的微体化石。古生物学报, 23卷, 1期。
- 高联达、侯静鹏, 1975: 贵州独山、都匀早、中泥盆世孢子组合特征及其地层意义。地层古生物论文集, 第一辑。地质出版社。
- 谢家荣, 1941: 云南矿产概论。地质论评, 6卷, 1期。
- 潘江, 1978: 中国南方泥盆纪无颌类及鱼类化石。华南泥盆系会议论文集。地质出版社。
- 黎文本, 1974: 西南地区地层古生物手册(孢粉部分: 362—369页和 378—379页)。科学出版社。
- Allen, K. C., 1965: Lower and Middle Devonian spores of north and central Vestspitsbergen. *Palaeontology*, Vol. 8, pt. 4, pp. 687—748.
- , 1967: Spore assemblages and their stratigraphic application in the Lower and Middle Devonian of north and central Vestspitsbergen. *Ibid.*, vol. 10, pt. 2, pp. 280—297.
- Balme, B. E., 1962: Uper Devonian (Frasnian) spores from the Carnarvon Basin, Western Australia. *Palaeobotanist*, vol. 9(1960), nos. 1 et 2, pp. 1—10.
- Bhardwaj, D. A., 1957: The spore flora of Velener Schichten (Lower Westphalian D) in the Ruhr Coal Measures. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 102, S. 110—138.
- Bharadwaj, D. C., Tiwari, R. S. and Venkatacha, B. S., 1971: A Devonian mioflora from P'oshi district (Yunnan) China. *Palaeobotanist*, vol. 20, no. 2, pp. 152—169.
- Byvsheva, T. V., 1971: Palynological characteristics and stratigraphy of the Tournaisian, lower and middle Visean deposits, eastern part of the Russian Platform. *Trudy Vses. Nauchno-Issled. Geol. -Razv. Inst.*, vol. 106, pp. 18—46 (In Russian).
- Butterworth, M. A. and Williams, R. W., 1958: The small spore floras of coals in the Limestone Coal Group and Upper Limestone Group of the Lower Carboniferous of Scotland. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, vol. 63, pt. II, no. 17, pp. 353—392.
- Chaloner, W. G., 1959: Devonian megaspores from Arctic Canada. *Palaeontology*, vol. 1, pt. 4, pp. 321—332.
- Chi, B. I. and Hills, L. V., 1976: Biostratigraphy and taxonomy of Devonian megaspores, Arctic Canada. *Bull. Can. Petroleum Geology*, vol. 24, no. 4, pp. 640—818.
- Clayton, G. and Graham, J. R., 1974: Miospore assemblages from the Devonian Sherkin Formation of southwest County Cork, Republic of Ireland. *Pollen et Spores*, vol. 16, no. 4, pp. 565—588.
- Clayton, G., Higgs, K., Keegan, J. B. and Sevastopulo, G. D., 1978: Correlation of the palynological zonation of the British Isles. *Palinologia. num. extraord.*, vol. 1, pp. 137—147.
- Clendening, J. A., Eames, L. E. and Wood, G. D., 1980: *Retusotriletes phillipsii* sp. nov., a potential Upper Devonian guide palynomorph. *Palynology*, vol. 4, pp. 15—21.
- Dybova, S. and Jachowicz, A., 1957: Microspore zones of the Carboniferous coal measures of Upper Silesia. *Kwartalnik Geologiczny*, vol. 1, no. 1, pp. 182—212.

- Eisenack, A., 1944: Über einige pflanzliche Funde in Geschieben, nebst Bemerkungen zum Hystrichosphaerideen-Problem. *Zeis. f. Geschieforschung*, Bd. 19, S. 103—124.
- Guennel, G. K., 1963: Devonian spores in a Middle Silurian reef. *Grana Palynologica*, vol. 4, no. 2, pp. 245—261.
- Hacquebard, P. A., 1957: Plant spores in coal from the Horton Group (Mississippian) of Nova Scotia. *Micro-paleontology*, vol. 3, no. 4, pp. 301—324.
- Higgs, K., 1975: Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County Wexford, Ireland. *Ibid.*, vol. 21, no. 4, pp. 393—419.
- Higgs, K. and Russell, K. J., 1981: Upper Devonian microfloras from southeast Iveragh, County Kerry, Ireland. *Geol. Surv. Ireland Bull.*, vol. 3, no. 1, pp. 17—50.
- Hoffmeister, W. S., Staplin, F. L. and Malloy, R. E., 1955: Mississippian plant spores from the Hardinsburg Formation of Illinois and Kentucky. *J. Palaeont.*, vol. 29, no. 3, pp. 372—399.
- Ibrahim, A. C., 1933: Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr-Revier. *Diss. Tech. Hochsch. Berlin* (1932), S. 1—47.
- Ishchenko, A. M., 1952: Atlas of the microspores and pollen of the Middle Carboniferous of the western part of the Donetz Basin. *Izd. Akad. Nauk Ukrainian SSR, Inst. Nauk*: pp. 1—83 (In Russian).
- Jansonius, J. and Hills, L. V., 1976: Genera file of fossil spores and pollen. *Spec. Publ. Dep. Geol. Univ. Calgary*.
- Kedo, G. I., 1957: Stratigraphic significance of *Hymenozonitoides pusillites* sp. n. *Dokl. Akad. Nauk. BSSR*, vol. 1, pp. 21—23 (In Russian).
- Lanninger, E. P., 1968: Sporen-Gesellschaften aus dem Ems der SW-Eifel (Rheinisches Schiefergebirge). *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 122, S. 95—170.
- Isele, H. and Streel, M., 1969: Middle Devonian (Givetian) plant microfossils from Goé (Belgium). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, vol. 92, pp. 89—121.
- Loboziak, S., and Streel, M., 1980: Miospores in Givetian to lower Frasnian sediments dated by conodonts from the Boulonnais, France. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 29, pp. 285—299.
- and ———, 1981: Miospores in middle-upper Frasnian to Famennian sediments partly dated by conodonts (Boulonnais, France). *Ibid.*, vol. 34, pp. 49—66.
- Luber, A. A. and Waltz, I. E., 1941: Atlas of microspores and pollen of the Paleozoic of U. S. S. R. *Trudy Tsentr. Nauchno-Issled. Geol.-Razv. Inst.*, vol. 139, pp. 1—107.
- Marshall, J. E. A. and Allen, K. C., 1982: Devonian miospore assemblages from Fair Isle, Shetland. *Palaeontology*, vol. 25, pt. 2, pp. 277—312.
- McGregor, D. C., 1960: Devonian spores from Melville Island, Canadian Arctic Archipelago. *Ibid.*, vol. 3, pt. 1, pp. 26—44.
- , 1967: Composition and range of some Devonian spore assemblages of Canada. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 1, pp. 173—183.
- , 1969: Devonian plant fossils of the genera *Kryshofovichia*, *Nikitinsporites*, and *Archaeoperisaccus*. *Geol. Surv. Canada Bull.*, vol. 182, pp. 91—106.
- , 1973: Lower and Middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada: I. Systematics. *Palaeontographica*, fasc. B, vol. 142, nos. 1—3, pp. 1—77.
- , 1979: Spores in Devonian stratigraphical correlation. In: House, M. R., Scrutton, C. T. and Bassett, M. G. (eds.), *The Devonian System. Palaeontological Association, Special Paper 23*, pp. 163—184.
- and Camfield, M., 1976: Upper Silurian (?) to Middle Devonian spores of the Moose River Basin, Ontario. *Geol. Surv. Canada Bull.*, vol. 263, pp. 1—63.
- and ———, 1982: Middle Devonian miospores from the Cape De Bray, Weatherall and Hecla Bay Formations of northeastern Melville Island, Canadian Arctic. *Ibid.*, vol. 348, pp. 1—105.
- Mortimer, M. G. and Chaloner, W. G., 1971: The Palynology of concealed Devonian rocks of southern England. *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, no. 39, pp. 1—56.
- Naumova, S. N., 1953: Spore-pollen assemblages of the Upper Devonian of the Russian Platform and their stratigraphic significance. *Tr. Inst. Geol. Nauk, Akad. Nauk SSSR*, vol. 143, no. 60, pp. 1—154 (In Russian).
- Owens, B., 1971: Miospores from the Middle and early Upper Devonian rocks of the western Queen Elizabeth Island, Arctic Archipelago. *Geol. Surv. Canada, Paper 70-38*, pp. 1—157.
- and Richardson, J. B., 1972: Some recent advances in Devonian palynology—A review, Report of C. I. M. P. Working Group no. 13B, *C. R. 7e Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Krefeld* (1971), no. 1, pp.



- 325—343.
- Playford, G., 1963: Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen, Part 2. *Palaeontology*, vol. 5, pt. 4, pp. 619—678.
- , 1964: Miospores from the Mississippian Horton Group of eastern Canada. *Geol. Surv. Canada, Bull.* vol. 107, pp. 1—47.
- , 1976: Plant microfossils from the Upper Devonian and Lower Carboniferous of the Canning Basin, Western Australia. *Palaeontographica*, Abt. B, vol. 158, pp. 1—71.
- Playford, G., 1983: The Devonian miospore genus *Geminospora* Balme 1962: a reappraisal based upon topotypic *G. lemurata* (type species). *Mem. Ass. Australas. Palaeontols.*, vol. 1, pp. 311—325.
- Potonié, R., 1958: Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. Teil 2, *Beih. Geol., JB.*, Bd. 31, S. 1—114.
- , 1966: *Idem*. Teil 4, *Ibid.*, Bd. 72, S. 1—244.
- , and Kremp, G., 1955: Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphographie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte. Teil 1, *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 98, S. 1—136.
- and ———, 1956: Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphographie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte. Teil 2, *Ibid.*, Bd. 99, S. 85—191.
- Richardson, J. B., 1960: Spores from the Middle Old Red Sandstone of Cromarty, Scotland. *Palaeontology*, vol. 3, pt. 1, pp. 45—63.
- , 1962: Spores with bifurcate processes from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. *Ibid.*, vol. 5, pt. 2, pp. 171—194.
- , 1965: Middle Old Red Sandstone spore assemblages from the Orcadian Basin, northeast Scotland. *Ibid.*, vol. 7, pt. 4, pp. 559—605.
- , 1974: The stratigraphic utilization of some Silurian and Devonian miospore species in the northern hemisphere: an attempt at a synthesis. *Int. Symp. Belgian Micropaleont. Limis, Namur 1974*, Publ. no. 9, pp. 1—13.
- Riegel, W., 1973: Sporenformen aus den Heisdorf-Lauch-und Nohn-Schichten (Emsium und Eifelium) der Eifel, Rheinland. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 142, S. 78—104.
- Schopf, J. M., Wilson, L. R., and Bentall, R., 1944: An annotated synopsis of Paleozoic fossil spores and the definition of generic groups. *Rep. Invest. Ill. St. geol. Surv.*, no. 91, pp. 1—66.
- Smith, A. H. V. and Butterworth, M. A., 1967: Miospores in the coal seams of Carboniferous of Great Britain. *Special Papers in Palaeontology*, no. 1, pp. 1—324.
- Staplin, F. L., 1960: Upper Mississippian plant spores from the Golata Fortion, Alberta, Canada. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 107, S. 1—40.
- , 1961: New plant spores similar to *Torispora* Balme. *J. Paleontol.*, vol. 35, no. 6, pp. 1227—1231.
- and Jansonius, J., 1964: Elucidation of some Paleozoic densospores. *Palaeontographica*, Abt. B, vol. 114, pp. 95—117.
- Streel, M., 1964: Une association de spores du Givetien inférieur de la Vesdre, a Goé (Belgique). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, vol. 87, no. 7, pp. 233—2662.
- , 1967: Association de spores du Devonien inférieur Belge et Leur signification stratigraphique. *Ibid.*, vol. 90, no. 1, pp. 11—54.
- , 1972: Dispersed spores associated with *Leclercqia complexa* Banks, Bonamo and Grierson from the late Middle Devonian of eastern New York State (U. S. A.). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 14, pp. 205—215.
- Sullivan, H. J., 1964: Miospores from the Lower Limestone Shales (Tournaisian) of the Forest of Dean Basin, Gloucestershire. *C. R. 5th Congr. Avanc. Etud. Strat. Geol. Carb.*, Paris (1963), no. 3, pp. 1249—1259.
- , 1964: Miospores from the Drybrook Sandstone and associated measures in the Forest of Dean Basin, Gloucestershire. *Palaeontology*, vol. 7, pt. 3, pp. 351—392.
- Taugourdeau-Lantz, J., 1960: Sur la microflore du Frasnien inférieur de Beaulieu (Boulonnais). *Rev. Micropaleont.*, t. 3, no. 3, pp. 144—154.
- , 1967: Spores nouvelles du Frasnien du Bas Boulonnais (France). *Ibid.*, t. 10, no. 1, pp. 48—60.
- Tiwari, R. S. and Schaarschmidt, F., 1975: Palynological studies in the Lower and Middle Devonian of the Prum Syncline, Eifel (Germany). *Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges.*, no. 534, pp. 1—129.
- Turnau, E., 1978: Spore zonation of Uppermost Devonian and Lower Carboniferous deposits of Western Pomeranian (N. Poland). *Meded. Rijks Geol. Dienss*, vol. 30-1, pp. 1—35.

- Urban, J. B., 1969: A study of the morphology of the spore genus *Ancyrospora* Richardson, *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 9, pp. 103—114.
- , 1971: Palynology and the independence Shale of Iowa. *Bull. Am. Paleont.*, vol. 60, no. 266, pp. 103—189.
- Van der Zwan, C. J., 1980: Aspects of Late Devonian and Early Carboniferous palynology of southern Ireland. III. Palynology of Devonian-Carboniferous transition sequences with special reference to the Bantry Bay area. Co. Cork. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 30, pp. 165—268.
- Winslow, M. R., 1962: Plant spores and other microfossils from Devonian and Lower Mississippian rocks of Ohio. *U. S. Geol. Surv., Paper* 364, pp. 1—93.



# MIDDLE DEVONIAN MICROFLORA FROM HAICKOU FORMATION AT SHIJIPO IN ZHANYI OF YUNNAN, CHINA

Lu Lichang

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

## Abstract

An abundant and well-preserved mega- and miospore assemblage has been recovered from the Haickou Formation at the Shijiapo section, approximately five kilometres northeast of the Longhuashan section (Lu and Ouyang, 1978; Lu, 1980b) in Zhanyi of Yunnan (Text-fig. 1). Here, the 105.88 m thick Haickou Formation consists predominantly of yellow to grey fine-grained quartzose sandstones, interbedded with calcareous mud-siltstones and silty mudstones. It is about twice as thick as the upper part of the Longhuashan section.

Based on lithology, plant fossils, and the spore assemblages, the lower part of the Shijiapo section can be readily correlated with the upper part of the Longhuashan section. Furthermore, stratigraphic relationships within the Zhanyi area indicates the upper part of the Shijiapo section represents a continuation of the Longhuashan section.

The contained microflora from the Haickou Formation at the Shijiapo section contains two undescribed species of acritarchs, 18 (14 of which are new) species of megaspores assigned to eight previously named genera (*Ancyrospora*, *Calamospora*, *Cerousisporites*, *Coronispora*, *Hystricosporites*, *Longhuashanispora*, *Nikitinsporites* and *Ocksisporites*), and one new genus, *Favispora*. It also contains 155 species of miospores (79 previously named species, 55 new species, and 21 species left in open nomenclature) assigned to 57 genera, four of which are new: *Costazonotriletes*, *Peltosporites*, *Reticulatamonoletes* and *Verrucizonotriletes*. In addition, two genera (*Acritosporites* Obonizkaja and *Coronispora* Lu et Ouyang) are given emended diagnoses.

Representatives of *Ancyrospora*, *Archaeozonotriletes*, *Chelinospora*, *Cymbosporites*, *Hystricosporites*, *Nikitinsporites*, *Retusosporites*, and *Tholisporites* are the dominant elements, comprising 74.5% of the total spore assemblage. Species of *Costazonotriletes* (gen. nov.), *Favispora* (gen. nov.), and *Lophozonotriletes* constitute the second most abundant group, and represent 13.6% of the spore assemblage. The other 11.9% of the assemblage is distributed among the remaining 55 genera.

The spore assemblage described in this paper compares closely with the upper assemblage from the Longhuashan section (Lu, 1980b), and contains at least 42 previously named species in common (see Table 1). In addition to the genera containing the 42 co-occurring species, the following genera are also found in both sections: *Archaeoperisaccus*, *Calamospora*, *Camazonotriletes*, *Dictyotriletes*, *Leiotriletes*, and *Punctatisporites*.

The two spore assemblages differ however, in that the present assemblage is much more diverse (over 170 species), includes three genera [*Costazonotriletes* (gen. nov.), *Lophozonotriletes* and *Verrucizonotriletes* (gen. nov.)] not found in the Longhuashan section, and also contains two acritarch species. These differences may be due, in part, to differences in the sedimentary environment at the two locations.

Regarding the megafossils, *Bothriolepis* sp., *Protolpidodendron scharyanum* Krejci, and *Stringocephalus burtini* Defrance have been recovered from the Haickou Formation of the Shijiapo section while only the first two taxa have been recovered from the Longhuashan section.

### Comparison to other spore assemblages:

The spore assemblage from the Haickou Formation at the Shijiapo is similar in many respects to that from the Middle Old Red Sandstone of Scotland described by Richardson (1960, 1962, 1965). Firstly, the following species occur in both regions: *Retusotriletes confossus*, *R. distinctus*, *R. rugulatus*, and *Acinosporites acanthomammillatus* (see Table 2). Secondly there is an abundance of spores with bifurcate processes in both assemblages, such as, *Ancyrospora* and *Hystricosporites*. Species of *Ancyrospora* are particularly abundant. Thirdly, the following genera are common to both areas: *Corystisporites*, *Densosporites*, *Dibolisporites*, *Raistrickia*, *Rhabdosporites*, *Samarisporites*, *Stenozonotriletes*, and *Verrucosisporites*. Lastly, there are several spore species in both the Scotland and Chinese assemblages that are greater than 200  $\mu\text{m}$ .

In addition to the above noted similarities, there are also differences between the assemblages. The pseudosaccate spores *Auroraspora*, *Colyptosporites*, *Endosporites*, and *Rhabdosporites* from Scotland are both larger in size and more abundant and diverse than from this assemblage. Furthermore, *Archaeozonotriletes*, *Chelinospora*, *Cymbosporites* and *Tholisporites*, while present in this assemblage, are absent from Scotland. Also, no monolete spores have been reported from Givetian aged assemblage in Scotland, while *Archaeoperisaccus*, *Reticulatamonoletes* (gen. nov.) and *Thymospora* are present in this assemblage. Lastly, no acritarchs or chitinozoans have been found in the Old Red Sandstone spore assemblage. These differences may result from restricted sedimentary environments.

The spore assemblage herein described, is also similar in composition to the Vestspitsbergen Givetian assemblages described by Allen (1965, 1967). *Archaeozonotriletes variabilis*, *Chelinospora ligulata*, *Cymbosporites cyathus*, and *Samarisporites triangulatus* occur in both regions in addition to four other species thought to be comparable if not synonymous (see Table 3). The following genera also occur in both regions: *Ancyrospora*, *Calamospora*, *Geminospora*, *Hystricosporites*, *Leiotriletes*, *Nikitinsporites*, *Perotriletes*, *Rhabdosporites*, and *Stenozonotriletes*.

The differences include the following: while species of *Retusotriletes* are relatively abundant in this assemblage, they are completely absent from Vestspitsbergen (Allen, 1965, 1967). Secondly, species of *Rhabdosporites* are large in size and abundant from the Vestspitsbergen assemblages, yet are smaller and relatively rare in this assemblage. Lastly, monolete miospores, acritarchs, and chitinozoans are lacking in the Vestspitsbergen assemblages.

It is interesting to note that while species of *Retusotriletes* are abundant and diverse from both the Haickou Formation of Yunnan and the Middle Old Red Sandstone of Scotland, they are completely absent from Givetian assemblages from Vestspitsbergen. Additionally, similar structural types, such as patinate forms are abundant in the Haickou Formation and Vestspitsbergen assemblage, yet are lacking in the assemblage from the Old Red Sandstone of Scotland. The above mentioned examples show that the spore assemblage from the Haickou Formation is more diverse in composition than those described from Scotland and Vestspitsbergen.

A broad similarity exists at the generic level between this spore assemblage and the one described by McGregor and Camfield (1982) from northeastern Melville Island in the Canadian Arctic. The following genera are present at both localities: *Anapiculatisporites*, *Ancyrospora*,



*Apiculatasporites*, *Apiculiretusispora*, *Auroraspora*, *Calamospora*, *Camazonotriletes*, *Convolutispora*, *Corystisporites*, *Cristatisporites*, *Densosporites*, *Dibolisporites*, *Geminospora*, *Grandispora*, *Lophotriletes*, *Punctatisporites*, *Rhabdosporites*, *Verruciretusispora*, and *Verrucosisporites*. In addition, there are at least eight common species between the two regions (see Table 4).

There are also some differences between the two assemblages. For example, many species of the large, camerate or pseudosaccate spores such as *Geminospora*, *Grandispora*, *Peroiriletes*, and *Rhabdosporites* are relatively more abundant and larger in the Canadian Arctic than they are from Shijiapo of Yunnan (see Table 5). This, of course, is probably a reflection of environmental differences between the regions.

Also, while *Archaeopersaccus* is present in this assemblage, it is absent from the section in northeastern Melville Island in the Canadian Arctic (McGregor and Camfield, 1982).

Lastly, this spore assemblage is largely similar to the assemblage described by Naumova (1953) from the Russian platform. For instance, the following species co-occur in both regions: *Ancyrospora argula*, *A. incisa*, *Archaeozonotriletes variabilis*, *Lophotriletes minor*, *Lophozonotriletes polymorphus*, *L. timanicus*, *Retusotriletes communis*, *R. simplex*, and *Verrucosisporites nitidus*. In addition, the same morphotypes, such as retusotrilete, zonate, and patinate spores are a common component of the two assemblages, and the same sculptural patterns are developed in spores from both regions. Finally, *Archaeopersaccus* occurs in both assemblages, and is considered a good marker fossil for the Frasnian in the Timan of the U. S. S. R., Alaska of U. S. A., and the Arctic area of Canada. It has however, been recently reported in the Givetian "Haickou Formation" of eastern Yunnan (Lu, 1980a) and occurs in this assemblage.

## Conclusions:

Based on a thorough analysis of the Haickou Formation spore assemblage from the Shijiapo section, the following conclusions can be made:

1. The Haickou Formation contains a diverse mega- and miospore assemblage as well as a few undescribed acritarchs.

2. This spore assemblage compares closely to the upper assemblage from the Longhuashan section (Lu, 1980b) but is more abundant and diverse.

3. The stratigraphy of the lower part of the Shijiapo section is similar to that of the upper part of the Longhuashan section (Lu and Ouyang, 1978, beds 15—17; Lu, 1980b). Based on the similarity of the spore assemblages, and the stratigraphic relationships within the Zhanyi area, the lower part of the Shijiapo correlates with the upper part of the Longhuashan.

4. Several species of acritarchs have been recovered from the Haickou Formation. Their presence suggests that, while the Haickou Formation is predominantly continental in origin, there were some minor incursions of brackish or marine waters.

5. At both the generic and species level, a broad similarity exists between the spore flora from China, and those from Scotland, Vestspitsbergen, Canadian Arctic, and the Russian platform. However, species of the monolet genus *Archaeopersaccus*, which have been found from the Givetian and Frasnian of China, are so far restricted to the Frasnian in Canada and the Russian platform.

6. Based on the stratigraphic ranges of the spores recovered, comparison of this assemblage to assemblages from other regions, and the megafossils *Protilepidodendron scharyanum* Krejci and *Stringocephalus burtini* Defrance, the present spore assemblage is considered late Middle Devonian (Givetian) in age.

The descriptions of the five new genera and their type species are given below:

**Genus *Peltosporites* (gen. nov.)**

**Type species:** *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete; amb broadly rounded, triangular to subcircular. Trilete mark generally distinct, laesurae straight, ranging between 70 to 95% of spore radius. Exine relatively thick, generally greater than 10% of the maximum equatorial diameter of the spore; exine laevigate, or with minute sculptural elements; infrastructure rarely seen. Size range of type species is 67 to 75  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Peltosporites* (gen. nov.) differs from *Leiotriletes* Naumoya emend. Potonié et Kremp (1954) and *Punctatisporites* Ibrahim emend. Potonié et Kremp (1954) in having a much thicker exine; from *Calamospora* Schopf, Wilson et Bentall (1944) in possessing longer laesurae and lacking both a darkened contact area and pronounced secondary folding; and from *Retusotriletes* Naumova emend. Streel (1964) in lacking a curvaturae.

**Etymology:** Latin, *pelta*, light shield.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

***Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)**

(pl. XXVII, figs. 4, 5; text-fig. 3)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete; amb broadly rounded triangular. Trilere mark generally distinct, laesurae straight, simple, or bearing slight contact mark at the ends and extending more or less to the equatorial margin. Exine relatively thick, uneven in thickness, 6.2—9.4  $\mu\text{m}$  thick in the radial regions, and 9.4—15.6  $\mu\text{m}$  thick in the interradian regions; slightly scabrate to finely granulated on the proximal surface, laevigate on the distal surface. In polar view, equatorial exine forming a pseudowedge cingulum.

**Dimensions** (six specimens): Maximum equatorial diameter 67.1(70.1)74.9  $\mu\text{m}$ ; holotype 74.9  $\mu\text{m}$ .

**Comparison and discussion:** *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.) is very similar in size and shape to *Stenozonotriletes notatus* Owens (1971). However, the latter described by Owens (1971, p. 36) is considered to have an "exine composed of two layers," and in having "a cingulum". The present specimens clearly show that the thickness of the equatorial exine in polar view, looks very much like the width of a cingulum, but in lateral view, it is certainly not a cingulum.

**Etymology:** Latin, *imparilis*, unequal, uneven.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

**Genus *Favispora* (gen. nov.)**

**Type species:** *Longhuashanispora reticuloides* Lu et Ouyang 1978, p. 75, pl. II, fig.



**Diagnosis:** Megaspores radial, trilete; amb subcircular to oval. Trilete mark generally distinct, laesurae extending nearly to spore equator, often obscured by lips. Curvaturae perfectae distinct; contact areas clearly delimited by curvaturae. Exine bearing sharply reduced ornament in contact areas; remainder of exine having a foveolated sculpture separated by muri-like small mammillate projections, elongate warts, or other irregular tuberculae and spinose processes. Exine moderately thick. Size range of type species is 280—375  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Favispora* (gen. nov.) is superficially similar to some species included in *Verrucisporites* Chi and Hills (1976), but differs in the absence of elevated lips forming an apical prominence; *Hortisporites* Potonié (1956) is ornamentally similar, but lacks a curvaturae, while *Maiturisporites* Maheswari and Banerji (1975) has a two-layered exine and a reticulate ornamentation.

**Etymology:** Latin, *favus*, honeycomb.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

***Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)**

(pl. II, figs. 6, 7; pl. VIII, fig. 11; pl. X, figs. 4, 5; text-fig. 4)

1978 *Longhuashanispora reticuloides* Lu et Ouyang, p. 75; pl. II, figs. 6, 10.

**Restated diagnosis:** Megaspores radial, trilete; amb broadly rounded subtriangular to near-circular, rarely circular; in lateral profile, low pyramidal proximal surface and hemispherical distal surface. Trilete mark generally distinct, laesurae often obscured by developed lips that form slight apical prominence, 17.2—29.6  $\mu\text{m}$  in basal width, approximately 30  $\mu\text{m}$  high near the apices, almost extending to equatorial margin. Curvaturae distinct, and well developed, slightly raised and ridge-like, 9—14  $\mu\text{m}$  high and basally wide. Contact areas clearly delimited by curvaturae, sculptural elements reduced in the contact areas and often sharply developed, either elongated or forming biornaments at the curvaturae. Proximal-equatorial region and entire distal surface covered by a foveolated sculpture as evidenced by SEM, and showing an irregularly reticulated structure by light microscopy. Foveolated lumina irregularly circular or elongated circular, 4.7—10.9  $\mu\text{m}$  diameter, surrounded by muri-like small mammillated projections, elongated warts and spinose processes, 4.9—9.4  $\mu\text{m}$  high. Exine relatively thick, ca. 7.8—10.9  $\mu\text{m}$ , sometimes secondary folds developed.

**Dimensions** (16 specimens); Maximum equatorial diameter 280(327)375  $\mu\text{m}$ ; holotype 367  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) comb. nov. is very similar in size and shape to *Favispora conferta* (gen. et sp. nov.) but differs in having a sharply reticulated structure and more developed sculptural elements at the curvaturae.

**Etymology:** Latin, *reticuloides*, net.

**Occurrence:** Haickou Formation, Longhuashan in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

***Genus Costazonotriletes* (gen. nov.)**

**Type species:** *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete, zonate; amb subtriangular to subcircular; proximal surface flattened-pyramidal, distal surface more or less convex; laesurae nearly equal to

spore radius or extending to equatorial margin, frequently accompanied by slightly thickened to greatly developed triradiate lips forming an apical prominence. Cingulum relatively thick, of nearly constant width, laevigate to infralatidate, finely undulate with slightly crassitudinous thickening along its margin. Central proximal areas ornamented with tubercles or verrucae, bearing more or less rounded bases and apices, and broadly dentate or vermiculate ridge-like processes occasionally surmounted by small apices; verrucae variable in shape and size, vermiculate ridges generally oriented radially and extending more or less to cingulum. Central distal areas laevigate, or with various verrucose projections. Exine may consist of two layers, however, the intexine outline could not be clearly discerned. Size range of type species is 57—93  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Costazonotriletes* (gen. nov.) is similar in shape to the megaspore *Steleksporites* Binda et Srivastava (1968) but is much smaller (57—93  $\mu\text{m}$  vs. 509  $\mu\text{m}$ ). It differs from *Radiizonates* Staplin et Jansonius (1964) in having a thin outer and thick inner cingulum, and lacking strong radial ribs. While similar to *Campazonotriletes* Staplin (1964) in ornamentation, the ornamentation of *Campazonotriletes* is mainly distributed on its distal surface. Furthermore, *Costazonotriletes* (gen. nov.) differs from *Verrucizonotriletes* (gen. nov.) in lacking a sharply triangular outline at the equator and possessing a cingulum of nearly constant width.

**Etymology:** Latin, *costa*, rib.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

### ***Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)**

(pl. XII, figs. 10, 11, 13, 14; pl. XIII, figs. 1, 2; text-fig. 5)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete, zonate; amb irregularly triangular. Trilete mark generally distinct, laesurae often obscured by thick lips, 5—9.7  $\mu\text{m}$  wide overall, 9.4—12.6  $\mu\text{m}$  high, extending to inner margin of cingulum or reaching the equatorial margin. Cingulum laevigate or with rounded ridge projections, relatively thick, even in width on same specimen, 4.9—9.1  $\mu\text{m}$  wide bearing a distinctly infralatidate structure with radial arrangement. Sculpture restricted to central proximal areas, consisting mainly of vermiculate ridge-like projections, sculptural elements radially oriented, almost equal in width and height, 4—6  $\mu\text{m}$  in basal width, and extending more or less to cingulum; distal hemisphere lacking sculpture. Exine rarely folded.

**Dimensions** (34 specimens): maximum equatorial diameter 57.1(76.5)92.9  $\mu\text{m}$ ; holotype 62  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.) is very similar in many respects to *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.), but differs in lacking well developed triradiate lips that form a sail-like prominence (pl. XIII, fig. 3); *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.) has closely spaced verrucae.

**Etymology:** Latin, *latidentatus*, widely toothed.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).



**Genus *Verrucizonotriletes* (gen. nov.)****Type species:** *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete, zonate; amb sharply triangular; proximal surface shortly pyramidal, distal surface hemispherical to suprahemispherical. Trilete mark distinct, laesurae straight, extending to equatorial margin, often accompanied by well developed triradiate lips that do not form an apical prominence. Cingulum relatively thick, laevigate, broadest at the corners and narrowest in the interradiial region. Central distal areas covered by rather closely spaced small verrucae. Exine may consist of two layers, however, the intexine outline could not be clearly discerned. Size range of type species is 78—87  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Verrucizonotriletes* (gen. nov.) is morphologically similar to *Costazonotriletes* (gen. nov.), but differs in lacking the infralatidite on the cingulum and of not having a uniform cingulum width.

**Etymology:** Latin, *verruca*, wart.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

***Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)**

(pl. XII, fig. 9; pl. XIV, figs. 1—3; text-fig. 7)

**Diagnosis:** Miospores radial, trilete, zonate; amb subtriangular with convex sides and rounded to somewhat pointed apices. Trilete mark generally distinct, laesurae often obscured by developed lips that do not form an apical prominence, approximately 5  $\mu\text{m}$  wide overall, extending nearly to equatorial margin. Cingulum laevigate, thick, of unequal width on same specimen, 15.6—25.5  $\mu\text{m}$  wide at angular apices, and 8.3—12.5  $\mu\text{m}$  wide in the interradiial regions. Central proximal areas covered by widely spaced conical projections, 3.8—7.5  $\mu\text{m}$  in basal width, 2.8—4.5  $\mu\text{m}$  high; central distal areas covered by rather closely spaced, irregular verrucae that may basally coalesce between adjacent elements; verrucae laevigate, 2.8—5.9  $\mu\text{m}$  in basal width, 2—3.1  $\mu\text{m}$  high. Exine thick (often could not be measured), equatorial margin slightly uneven.

**Dimensions** (14 specimens): Maximum equatorial diameter 78(82.6)87.4  $\mu\text{m}$ ; holotype 87  $\mu\text{m}$ , paratype 82.8  $\mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.) differs from *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.) by lacking a typically triangular amb, and in possessing an uneven cingulum.

**Etymology:** Latin, *distalis*, distal.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

**Genus *Reticulatamonoletes* (gen. nov.)****Type species:** *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)

**Diagnosis:** Miospores monolete, bilateral; amb broadly oval; proximal surface more or less flat to slightly concave or convex, distal surface strongly convex. Monolete mark dis-

tinct, laesurae approximately equal to the long axis of the spore, and may be accompanied by low, narrow lips. Exine thick, with distinct reticulate sculpture. Muri moderate to broad in width, generally more prominent at amb and on distal surface. Lumina regular or highly variable in shape, relatively large in diameter. Reticulum mainly confined to proximal-equatorial area and entire distal surface. Size range of type species is  $78-91 \times 47-61 \mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Reticulatamonoletes* (gen. nov.) is similar in size and shape to the Devonian monolete genus *Archaeoperisaccus* Naumova emend. McGregor (1969) but differs in possessing a thicker exine, and a distinct reticulum, and in lacking a "cavity".

**Etymology:** Latin, *reticulum*, small net.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

### ***Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)**

(pl. XXXIV, figs. 13—17; text-fig. 8)

**Diagnosis:** Miospores monolete, bilateral; amb oval to broadly oval, in lateral profile, bean-like. Monolete mark generally perceptible to distinct, laesurae simple or obscured by narrow lips,  $2.3-4 \mu\text{m}$  wide overall, approximately equal to the long axis of the spore. Exine unequally thick, often slightly thicker in the distal hemisphere,  $2-6 \mu\text{m}$  thick. Reticulate sculpture restricted mainly to proximal-equatorial region and entire distal surface; muri laevigate to infrapunctate, broad,  $3-4 \mu\text{m}$  in basal width.  $4.9-9.4 \mu\text{m}$  high, lumina irregularly quadrate to polygonal,  $9-16 \mu\text{m}$  (maximum up to  $20 \mu\text{m}$ ) in basal diameter. Sculptural elements sharply reduced on the central proximal areas, only showing widely spaced minute con, or absent. Equatorial margin irregularly undulate.

**Dimensions** (12 specimens): Maximum equatorial diameter  $78(82.6)90.5 \mu\text{m}$ , minimum equatorial diameter  $46.8(57.1)-60.8 \mu\text{m}$ ; holotype  $78 \mu\text{m}$ ,  $60.8 \mu\text{m}$ .

**Comparison:** *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.) is similar in shape to *Reticulatamonoletes robustus* (gen. et sp. nov.) but differs mainly in lacking a sharply broader muri ( $7.8-14 \mu\text{m}$  in basal diameter) and longer diameter of lumina ( $19-31 \mu\text{m}$ ).

**Etymology:** Latin, *angustus*, narrow.

**Occurrence:** Haickou Formation, Shijiapo in Zhanyi of eastern Yunnan, China; late Middle Devonian (Givetian).

\* \* \* \* \*

I would also like to thank Prof. Reed Wicander of the Geology Department, Central Michigan University, who visited the Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica from April 12 to June 30, 1986 for his help in editing the English abstract of and the English descriptions of the five new genera and their type species this paper.



## 图版说明

(除注明者外,其余标本均为透光显微图片、放大 500 倍,均产自云南沾益史家坡;所有标本未作任何修饰并全部保存于中国科学院南京地质古生物研究所;“YZS 4-2-1”、“YZST 12-1”、“SEM 5817”……,系标本编号。)

### 图版 I

- 1, 2. *Punctatisporites putaminis* McGregor  
1. 四孢体, YZS 4-18-6; 2. 近极面观, YZS 5-6-2.
3. *Gulisporites* sp.  
近极面观, YZS 4-2-61.
- 4-6. *Leiotriletes dissimilis* McGregor  
4. 近极面观, 示近极外壁沿三射线开裂 YZS 4-16-20; 5. 近极面观, 示三射唇, 低矮、均匀, YZS 4-10-23; 6. 孢子堆, YZS 5-4-8.
- 7, 8, 14, 15. *Calamospora intropunctata* (sp. nov.)  
7. 近极面观 YZS 4-5-11; 8. 全模标本, YZS 5-7-1; 14. 斜压标本, 示三射线微弱, 内颗粒状结构清楚, YZS 5-2-2; 15. 极压标本, 示外壁多皱, SZY 5-2-5.
- 9, 11, 16. *Punctatisporites glabrimarginatus* Owens  
9. 极压标本, 示褶皱短, 两头钝, YZS 5-4-5; 11. 近极面观, YZS 4-23-10; 16. 近极面观, 示三射线开裂和接触区外缘纹饰较发育, YZS 4-2-26.
10. *Retusotriletes triangularis* (Streel) Streel  
近极面观, YZS 4-5-8.
- 12, 13. *Punctatisporites solidus* Hacquebard  
12. 近极面观, 示一射线末端前外壁具褶皱, YZS 4-1-17; 13. 近极面观, 示一射线末端前具外壁加厚, YZS 4-9-4.
- 17-19. *Pustulatisporites paucispinus* (sp. nov.)  
17, 18. 同一标本, 分别为近极面观和远极面观, 全模标本, YZS 2-1-2; 19. 极压标本, YZS 2-2-2.
20. *Leiotriletes* sp.  
斜压标本, 示三射线, 或多或少被三辐射状褶皱覆盖, YZS 6-9-12.
- 21, 22. *Cymbosporites conatus* Bharadwaj et al.  
21. 极面观, YZS 4-22-7; 22. 四孢体, 示孢子赤道外壁明显加厚, YZS 4-17-5.
- 23, 24. *Punctatisporites* sp.  
23. 极面观, YZS 6-9-15; 24. 极面观, 示外壁多皱, 三射线被覆盖.

### 图版 II

- 1, 2, 12. *Calamospora microrugosa* (Ibr.) Schopf, Wilson et Bentall  
1. YZS 6-7-1; 2. 孢子重叠, YZS 6-9-5; 12. YZS 4-9-12.
- 3-5. *Anapiculatisporites dilutus* Lu  
3. 近极面观, YZS 4-9-5; 4. 远极面观, YZS 4-611; 5. 侧面观, YZS 4-9-17.
- 6, 7. *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)  
6. 侧面观, YZST 13-1, ca.  $\times 200$ ; 7. 近极面观, 示三射线顶部具暗色(加厚)区, YZST 12-1, ca.  $\times 200$ .
- 8, 9. *Favispora conferta* (gen. et sp. nov.)  
8. 偏极面观, 外壁具褶皱, YZST 14-1, ca.  $\times 200$ ; 9. 全模标本, 近极面观, YZST 30-3, ca.  $\times 200$ .
10. *Lophozonotriletes irregularis* (sp. nov.)  
近极面观, 具环状结构, YZS 6-8-3.
11. *Cornispora lageniformis* (Lu) (comb. nov.)  
极面观, YZS 5-3-1.

### 图版 III

- 1-4. *Calamospora normalis* (sp. nov.)

- 1, 3. 全模标本。同一标本, 分别为近极面观和远极面观, YZST3-1,  $\times 200$ ; 2. 极面观, YZST-6-4,  $\times 200$ ; 4. 近极面观, YZST-8-1,  $\times 200$ 。
- 5, 6. *Retusotriletes densus* (sp. nov.)  
5. 极面观, YZS 4-13-42; 6. 全模标本, YZS 4-12-16。
- 7, 8. *Peltosporites rugulosus* (gen. et sp. nov.)  
7. 偏极面观, YZS 4-2-58; 8. 全模标本, YZS 4-11-25。
9. *Retusotriletes impressus* Lu  
近极面观, 标本破损, YZS 2-8-1。
- 10, 11. *Peltosporites rotundus* (gen. et sp. nov.)  
10. 全模标本, YZS 4-11-21; 11. 近极面, YZS 4-13-17。
12. *Cingulatisporites* (?) sp.  
近极面观, YZS 4-1-45。
13. *Crassispora kosankei* (Pot. et Kr.) Smith et Butterworth  
近极面观, 示外壁薄、多褶皱, YZS 4-2-51。
- 14-16. *Crassispora imperfecta* (sp. nov.)  
14, 15. 全模标本, 分别为近极面观和远极面观, YZST-16-1,  $\times 600$ ; 16. 近极面观, YZST-16-1 (3),  $\times 600$ 。

#### 图 版 IV

- 1-4. *Retusotriletes spissus* (sp. nov.)  
1. 副模标本, 侧面观, 示三射线开裂, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-28-1; 2. 近极面观, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-28-2; 3. 侧面观, 示近极外壁略厚于远极外壁, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-29-1; 4. 近极面观, YZS 4-12-33。
- 5, 6. *Retusotriletes levidensus* Lu  
5. 近极面观, YZS 4-2-9; 6. 偏极面观, YZS 4-13-35。
- 7, 11. *Retusotriletes distinctus* Richardson  
7. 近极面观, YZS 4-2-58; 11. 极面观, YZS 4-13-22。
- 8, 9. *Retusotriletes dubiosus* McGregor  
8. 近极面观, 示辐射区赤道外壁略厚于辐间区外壁, YZS 4-13-15; 9. 偏近极面观, YZS 4-13-18。
10. *Retusotriletes avonensis* Playford  
近极面观, YZS 4-2-28。
12. *Retusotriletes communis* Naumova  
偏近极面观, YZS 4-1-10。

#### 图 版 V

- 1, 2. *Retusotriletes confusus* (Richardson) Lu et Ouyang  
1. 偏近极面观, YZS 6-1-5; 2. 近极面观, YZS 4-12-13。
- 3-5. *Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel  
3. 偏近极面观 YZS 4-9-6; 4. 近极面观, YZS 4-10-3; 5. 偏近极面观, YZS 4-4-9。
- 6, 7. *Retusotriletes simplex* Naumova  
6. 近极面观, YZS 4-16-8; 7. 近极面观, YZS 4-11-2。
- 8, 9. *Retusotriletes rugulatus* Riegel  
8. 近极面观 YZS 4-11-14; 9. 近极面观, 示接触区以外的外壁表面光滑, YZS 4-11-10。
- 10, 11. *Retusotriletes spissus* (sp. nov.)  
10. 全模标本, YZS 4-16-17; 11. 远极面观, YZS 4-12-14。
- 12, 18. *Retusotriletes distinctus* Richardson  
12. 近极面观 YZS 4-12-15; 18. 远极面观 YZS 4-12-13。
- 13-17. *Cymbosporites microverrucosus* Bharadwoj et al.  
13. 远极面观 YZS 4-4-5; 14. 偏极面观 YZS 4-11-17; 15. 近极面观 YZS 4-4-12; 16, 17. 同一标本, 分别为赤道焦距和近极面观, YZS 4-4-8。
- 19, 20. *Densosporites conicus* (sp. nov.)  
同一标本, 分别为带环焦距和远极焦距; 副模标本, YZS 4-2-40。

#### 图 版 VI

- 1-4. *Apiculiretusispora nitida* Owens



- 1.近极面观, YZS 6-4-2; 2.赤道焦距, YZS 4-2-26; 3.近极面观, YZS 4-13-19; 4.远极面观, YZS 6-8-5。
- 5, 6. *Crassispora remota* (sp. nov.)  
5.全模标本, YZS 4-21-1; 6.近极面观, YZS 4-17-2。
- 7, 8. *Peltosporites* sp.  
7.近极面观, YZS 6-7-8; 8.偏近极面观, YZS 5-8-1。
- 9, 12-14. *Cymbosporites magnifica* var. *magnifica* (Owens) (comb. nov.)  
9.远极面观, YZS 4-22-5; 12.近极面观, YZS 4-23-1; 13.近极面观 YZS 4-29; 14.远极面观, YZS 6-29-1。
- 10, 11. *Verruciretusispora platyverruca* Lu et Ouyang  
10.偏赤道面观, YZS 6-5-8; 11.偏近极面观, YZS 4-12。
15. *Cymbosporites magnifica* var. *endoformis* (Owens) (comb. nov.)  
远极面观, YZS 4-14-11。
- 16, 17. *Punctatisporites planus* Hacquebard  
16.近极面观 YZS 4-13-33; 17.远极面观, YZS 6-7-16。
- 18, 19. *Apiculiretusispora crassa* Lu  
18.偏极面观, YZS 4-25-2; 19.近极面观, YZS 6-20-1。

## 图 版 VII

- 1-4. *Chelinospora irregularata* Lu  
1.近极面观, YZS 2-8-4; 2.远极面观, YZS 2-4-4; 3.远极面观, YZS 2-8-9; 4.偏极面观, YZS 2-1-4。
5. *Dictyosriletes varius* Naumova  
远极面观, YZS 2-6-2。
- 6, 7. *Apiculatisporis aculeatus* (Ibr.) Potonié et Kremp  
6.极面观, YZS 4-13-11; 7.偏极面观, YZS 4-5-12。
- 8, 9. *Dibolisporites diaphanus* (sp. nov.)  
8.全模标本, YZS 4-18-3; 9.偏极面观, YZS 4-19-2。
- 10, 11, 14, 16. *Dibolisporites bifurcatus* (sp. nov.)  
10.全模标本, 近极面观, YZS 6-7-25; 11.极压标本, 赤道焦距, YZS 5-7-4; 14, 16.同一标本, 分别为近极面和远极面观, YZS 5-7-13。
- 12, 13. *Acinosporites acanthomammillatus* Richardson  
12.远极面观, YZS 4-13-0; 13.侧面观, YZS 6-7-15。
- 15, 17-19. *Acinosporites pyramidatus* Lu  
15.侧面观, 扫描电子显微图片, SEM 4753; 17.侧面观, YZS 4-2-6; 18.近极面观, YZS 6-8-1; 19.侧面观, YZS 4-8-1。

## 图 版 VIII

1. *Favispora conferta* (gen. et sp. nov.)  
近极面观, 扫描电子显微图片, 示洞穴状或蜂窝状结构在赤道区不明显, SEM 82552。
- 2, 7. *Hystricosporites germinis* Lu  
2.副模标本, 极面观, YZS 4-24-2; 7.全模标本(据卢礼昌, 1981, 图版 V, 图 5), 产自云南沾益龙华山, IV-1-9。
3. *Crassispora* cf. *imperfecta*  
偏近极面观, YZS 6-9-11。
- 4, 5. *Nikitinsporites brevicornis* (sp. nov.)  
4.侧面观, 扫描电子显微图片, SEM 5812; 5.全模标本, 侧面观, 产自云南沾益西冲, YZST 2-1, ca.  $\times$  200。
6. *Ancyrospora subcircularis* Lu  
远极面观, YZS 4-29-30。
- 8-10. *Samarisporites triangulatus* Allen  
8.近极面观, YZS 6-20-4; 9.偏近极面观, YZS 6-2-27; 10.偏远极面观, YZS 5-4-7。
11. *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)  
纹饰, 示弓形脊上纹饰较发育。

## 图 版 IX

- 1-4, 7-9. *Favispora longa* (gen. et sp. nov.)

- 1, 2, 4. 全模标本, 同一标本: 1. 极面观, YZST 04,  $\times 200$ ; 2. 近极面观, 扫描电子显微图片, 产自云南沾益西冲, SEM 4083; 4. 纹饰, 为图 2 局部放大, 示外壁具洞穴状结构, SEM 4096。 3. 近极面观, 示三射线顶部具深色区, YZST 6-1,  $\times 200$ 。 7-9. 副模标本, 同一标本, 扫描电子显微图片: 7. 近极面观, 9. 远极面观, 8. 纹饰, 为图 9 局部放大。标本编号, 分别为 SEM 4093, SEM 4161, SEM 4160。
- 5, 6, 10-12. *Favispora rotunda* (gen. et sp. nov.)
5. 近极面观, 示三射线顶部具三角形深色区, YZST 23-3; 6. 全模标本, YZST 23-2; 10. 副模标本, 扫描电子显微图片, 产自云南沾益西冲, SEM 4079; 11. 纹饰, 为图 10 局部放大, SEM 4080; 12. 近极面观, 扫描电子显微图片, 示以弓形脊为界的接触区为正圆形, 产自云南沾益西冲, SEM 4076。

## 图 版 X

1. *Cereusporites mirabilis* Lu et Ouyang  
近极面观, YZST 6-9, ca.  $\times 200$ 。
2. *Apiculiretusispora nitida* Owens  
近极面观, YZST 1-5。
3. *Longhuashanispora commixta* Lu et Ouyang  
近极面观, 赤道边缘黑色突起是外来沾附物, YZST 05, ca.  $\times 200$ 。
- 4, 5. *Favispora reticuloides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)  
4. 偏近极面观, YZST 06, ca.  $\times 200$ ; 5. 远极面纹饰, 扫描电子显微图片, 示穴内有穴, 穴内具刺, SEM 4164。
- 6-8. *Cymbosporites rhytidens* (sp. nov.)  
6, 7. 副模标本, 同一标本, 扫描电子显微图片, 分别为近极面观(无纹饰)和远极面观(具刺), 标本编号分别为: SEM 4763 和 SEM 4714; 8. 远极面观, 扫描电子显微图片, 示纹饰基部延伸并局部连接成脊, SEM 4722。
- 9-11. *Cymbosporites microverrucosus* Bharadwaj et al.  
9. 近极面观, 扫描电子显微图片, 示近极中央区具纹饰, 其余表面光滑、无纹饰, SEM 4734; 10. 近极面观, 扫描电子显微图片, 示近极中央区具纹饰, 其余表面光滑、无纹饰, SEM 4716; 11. 近极面观, 扫描电子显微图片, 示近极中央区具纹饰, 其余表面光滑、无纹饰, SEM 4733。
- 12, 13. *Apiculatisporis abditus* (Loose) Potonié et Kremp  
同一标本, 分别为近极面观和远极面观, YZS 6-10-3。

## 图 版 XI

1. *Ancyrospora distincta* (sp. nov.)  
全模标本, 赤道焦距, 产自云南沾益西冲, YZXT 18-1,  $\times 200$ 。
2. *Nikitinsporites brevicornis* (sp. nov.)  
副模标本, 侧面观, 示刺状突起, 基部彼此融合, 不仅在赤道区, 在远极面也显著, 产自云南沾益西冲, SEM 4677。
3. *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.)  
近极面观, 扫描电子显微图片, 示中央区具不规则圆瘤纹饰, SEM 5817。
- 4, 5. *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.)  
4. 远极面观, 扫描电子显微图片, 示远极面(除带环外)具低矮的瘤状突起, SEM 5242; 5. 侧面观, 扫描电子显微图片, 示三射唇强烈隆起, 其高度和宽度远远大于孢子, 远极极轴长(即远极面突起高)和孢子最大赤道量度(中间一椭圆形物系外来沾附物), SEM 4753。
6. *Favispora resiculoides* (Lu et Ouyang) (comb. nov.)  
纹饰, 扫描电子显微图片, 示洞穴状或蜂窝状结构, 自接触区外缘向远极面逐渐明显和发育, 产自云南沾益龙华山, SEM 825428。
7. *Cingulizonates spongiformis* (sp. nov.)  
副模标本, 极面观(近极外壁沿三射线开裂并失去 2/3), 示双型带环, YZS 6-20-2。
8. *Cornispora lageniformis* (Lu) (comb. nov.)  
近极面观, 外壁局部, 突起明显位于赤道, YZS 2-8-7。
9. *Densosporites conicus* (sp. nov.)  
远极面观, YZS 2-2-2。
10. *Apiculatisporis* sp.  
偏极面观, YZS 6-9-3。
- 11, 12. *Pterospermalla* sp.  
11, 12. 疑源类(之一), 标本编号分别为: YZS 4-18-2 和 YZS 4-18-3。
- 13, 14. *Verrucosiporites chilus* (sp. nov.)



- 13.全模标本,近极面观, YZS 4-13-34; 14.偏近极面观,示纹饰在三射线区以外更发育, YZS 4-13-20。  
15. *Hystricosporites* sp. 2  
侧面观,扫描电子显微图片,示三射唇强烈隆起, SEM 5823。

## 图 版 XII

- 1—5. *Grandispora distincta* (sp. nov.)  
1.全模标本, YZS 4-10-5; 2.极面观, YZS 5-5-4; 3,4.副模标本,扫描电子显微图片,同一标本,分别为近极面观, SEM 4762 和远极面观, SEM 4724; 5.侧面观, YZS 4-22-2。  
6, 7. *Perotriletes conicus* Lu  
6.偏极面观,示外壁具条状结构, YZST 07; 7.偏极面观,示外壁厚实, YZS 6-5-3。  
8, 15, 16. *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.)  
8.极面观,赤道带环焦距,示齿状结构, YZT 25-3; 15, 16.全模标本,分别为带环焦距和远极区焦距, YZS 12-3-1。  
9. *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)  
全模标本,极面观, YZS 4-26-1。  
10, 11, 13, 14. *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)  
10.近极面观, YZS 6-7-3; 11.极面观,带环焦距,示齿状结构明显, YZS 12-2-2; 13, 14.全模标本,分别为近极面观和远极面观, YZS 12-3-1。  
12. *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.)  
全模标本,极面观, YZS 4-13-7。

## 图 版 XIII

- 1, 2. *Costazonotriletes latidentatus* (gen. et sp. nov.)  
1.近极面观,扫描电子显微图片, SEM-4175; 2.近极面观,扫描电子显微图片, SEM-5822。  
3—6, 9, 10. *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.)  
3.侧面观,扫描电子显微图片,示孢子侧面轮廓呈帆船形和远极面无纹饰, SEM-4759; 4.近极面观,扫描电子显微图片,一唇不发育、二唇强烈隆起, SEM 04832; 5, 6.全模标本,分别为带环焦距和三射唇焦距, YZS 12-3-4; 9.侧面观, YZS-12-3-5; 10.侧面观,扫描电子显微图片,远极面具微弱的瘤状凸起, SEM 4718。  
7, 8, 11. *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.)  
7.副模标本,扫描电子显微图片,近极中央区为不规则小块瘤状纹饰, SEM 04658; 8.近极面观,扫描电子显微图片,近极中央区,为小圆瘤状纹饰, SEM 04661; 11.纹饰,为图 8 局部放大, SEM 04662。

## 图 版 XIV

- 1—3. *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)  
1,3.副模标本,扫描电子显微图片,同一标本,分别为近极面观, SEM 05243 和远极面观, SEM 04822; 2.极面观, YZST 07,  $\times 600$ 。  
4, 5. *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.)  
4.副模标本,远极面观,扫描电子显微图片, SEM 04665; 5.远极面纹饰,图 4 局部放大, SEM 04666。  
6, 7. *Convolutispora tuberosa* Winslow  
6.近侧面观,示三射线区纹饰明显减弱, YZS 4-2-16; 7.近侧面观, YZS 4-19-3。  
8. *Raistrickia crassus* (sp. nov.)  
侧面观,近极面,尤其三射线区,表面光滑、无纹饰, YZS 6-7-3。  
9—11. *Dictyotidium* sp.  
疑源类(之二),均为扫描电子显微图片,标本编号分别为: 9. SEM 4717, 10. (左下角为一粒外来物) SEM 4727, 11.(表面沾有外来物) SEM 4707。

## 图 版 XV

- 1, 3, 4. *Costazonotriletes navicularis* (gen. et sp. nov.)  
1.侧面观, YZS 12-4-1; 3.远极焦距(偏侧面观), YZS 4-14-8; 4.侧面观,示远极面具明显和不规则瘤状凸起, YZS 12-3-2。  
2. *Costazonotriletes verrucosus* (gen. et sp. nov.)

- 近极面观,扫描电子显微图片(带环局部缺损), SEM 4664。
- 5, 9. *Corystisporites coniodeus* (sp. nov.)  
5.侧面观,颈锥状突起,明显开裂,表面具细条纹, YZS 12-6-1; 9.全模标本,侧面观, YZS 12-5-2。
  6. *Corystisporites conicus* Lu  
侧面观, YZS 12-1-4。
  7. *Endosporites* (?) sp.  
极面观, YZS 7-6-6。
  8. *Verrucizonotriletes triangulatus* (gen. et sp. nov.)  
近极面观, YZS 12-3-1。
  - 10, 11. *Rhabdosporites micropaxillus* Owens  
10.极面观(中间沾有外来物), YZS 6-10-5; 11.极面观, YZS 4-2-11。
  12. *Geminospira lemura* (Balme) Playford  
极面观, YZS 4-12-30。
  13. *Densosporites anulatus* (Loose) Smith et Butterworth  
近极面观, YZS 7-6。

## 图 版 XVI

1. *Stenozonotriletes clarus* Ischenko  
近极面观, YZS 6-3-4。
- 2, 3. *Tholisporites densus* McGregor  
2.极面观, S 4-13-3; 3.极面观, S 4-12-11。
- 4, 5. *Tholisporites interopunctatus* (sp. nov.)  
4.极面观, S 6-1-2; 5.全模标本,偏极面观(据卢礼昌, 1980 b, 图版 V, 图 11)。
- 6, 7. *Tholisporites distalis* Lu  
6.侧面观,示外壁桥状和远极区加厚最强烈, S 4-1-43; 7.偏极面观, S 4-12-16。
- 8—10. *Ocksisporites minisculus* (sp. nov.)  
8.远极面观, YZST 10—7,  $\times 120$ ; 9.纹饰,为图 10 局部放大, ca.  $\times 200$ ; 10.全模标本,偏极面观, YZST 11-2,  $\times 120$ 。
- 11, 12. *Cymbosporites arcuatus* Bharadwaj et al.  
11.近极面观, YZS 4-10-2; 12.偏极面观, YZS 5-8-5。
13. *Tholisporites* sp.  
极面观, YZS 4-12-14。
- 14—16. *Cingulizonates spongiformis* (sp. nov.)  
14.全模标本,极面观, YZS 4-20-1; 15.极面观,示双型环, YZS 4-18-4; 16.极面观,示带环边缘具刺-粒状纹饰, YZS 4-24-3。
- 17—19. *Lophotriletes minor* Naumova  
17.极面观, YZS 4-18-9; 18.远极面观, YZS 4-17-4; 19.近极面观, YZS 4-9-15。

## 图 版 XVII

- 1—3, 10. *Lophozonotriletes irregularis* (sp. nov.)  
1.近极面观,示外壁突起,最大厚度在赤道部位(局部),且顶部宽大于基部宽, YZS 4-23-9; 2.赤道-近极面观,示桥状加厚在赤道一侧最厚,扫描电子显微图片, SEM 5828,  $\times 550$ ; 3.全模标本,偏近极面观,突起顶部具次一级齿状小突起, YZS 6-8-3; 10.远极面观,外壁最大厚度明显在赤道(局部), YZS 6-8-4。
4. *Ancyrospora melvillensis* Owens  
破损标本,示内孢体与内结构, YZS 4-6-10。
- 5—7. *Geminospira microdenta* (sp. nov.)  
5.全模标本,近极面观, YZS 4-8-8; 6.极面观, YZS 5-5-2; 7.远极面观, YZS 4-22-6。
8. *Cerentisporites mirabilis* Lu et Ouyang  
近极面观, YZST 09, ca.  $\times 200$ 。
- 9, 13. *Archaeozonotriletes orbiculatus* (sp. nov.)  
9.近极面观,外壁最大厚度在赤道局部, YZS 4-2-36; 13.近极面观,中央区具小瘤, YZS 4-12-54。
11. *Archaeozonotriletes incompletus* (sp. nov.)  
赤道焦距,示带环加厚不完全, YZS 4-12-17。
12. *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.)  
赤道焦距,其上三小黑块是外来沾附物, YZS 4-16-6。



14. *Archaeozonotriletes splendidus* Lu

近极面观, YZS 6-9-13。

15. *Hystricosporites* sp.

纹饰, 示 *Hystricosporites* 的纹饰(锚刺)特征; YZS 4-30-2。

图 版 XVIII

1—3, 5. *Reticulatisporites translatus* (sp. nov.)

1—3. 全模标本, YZS 4-1-24, 均为同一标本, 分别为: 1. 近极面观, 示近极面无明显纹饰; 2. 远极面观, 示远极面网脊明显突起并加厚; 3. 极面观, 赤道焦距, 示网脊突起; 5. 极面观, 示网纹及网脊突起不规则, YZS 6-8-21。

4. *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen

近极面观, YZS 4-2-24。

6, 7, 9, 10. *Archaeozonotriletes orbiculatus* (sp. nov.)

6. 全模标本, YZS 4-12-1; 7. 赤道焦距, 示具赤道带环, YZS 4-11-16; 9. 极面观, YZS 4-1-15; 10. 偏极面观, YZS 4-13-16。

8. *Archaeozonotriletes incompletus* (sp. nov.)

全模标本, YZS 4-13-13。

11, 13, 14. *Archaeozonotriletes distinctus* (sp. nov.)

11. 偏近极面观, 示带环厚薄和宽窄都不均匀, YZS 4-1-50; 13. 极面观, 示带环不完全, YZS 4-16-13; 14. 全模标本, YZS 4-0-1。

12, 15. *Archaeozonotriletes dissectus* (sp. nov.)

12. 全模标本 YZS 4-1-21; 15. 近极面观, YZS 4-11-15。

16—18. *Lophotriletes minor* Naumova

16. 近极面观, YZS 5-5-6; 17. 赤道焦距, YZS 4-12-20; 18. 偏远极面观, 示纹饰较发育, YZS 4-11-21。

图 版 XIX

1—3. *Chelinospora larga* (sp. nov.)

1. 全模标本, 近极面观, YZS 4-12-31; 2. 副模标本, 近极-赤道面观, 示外壁(近极除外)或多或少呈栉状加厚, YZS 4-11-11; 3. 远极面观, YZS 4-11-3。

4, 5, 14. *Chelinospora robusta* (sp. nov.)

4. 远极面观, YZS 4-1-21; 5. 全模标本, 极面观, YZS 4-1-29; 14. 副模标本, 近极面观 YZS 4-1-40。

6, 10, 17, 18. *Chelinospora regularis* (sp. nov.)

6. 副模标本, 远极面观, 扫描电子显微图片, SEM 4736; 10. 全模标本 (据卢礼昌, 1980b, 图版VI, 图2), 侧面观, ACE 123—18(1); 17. 赤道焦距, YZS 6-9-16; 18. 近极面观, YZS 6-1-3。

7, 8, 15, 16. *Chelinospora multireticulata* Lu

7. 偏极面观, YZS 6-21-1; 8. 极面观, 外壁具褶皱, YZS 4-24-1; 15, 16. 同一标本, 分别为近极面观和远极面观, YZS 6-7-7。

9, 12. *Chelinospora rarireticulata* Lu

9. 远极面观 YZS 2-8-6; 12. 近极面观, YZS 4-10-6。

11. *Chelinospora ochyrosa* Lu

远极面观, 示栉最大厚度在赤道(局部), YZS 2-5-3。

13. *Lophozonotriletes verrucosus* (sp. nov.)

赤道焦距, YZS 4-1-23。

图 版 XX

1, 2. *Lophozonotriletes baculiformis* Lu

1. 赤道焦距, YZS 4-2-12; 2. 近极面观 YZS 4-12-13。

3, 4. *Lophozonotriletes polymorphus* (Naumova) (comb. nov.)

3. 极面观, YZS 4-11-1; 4. 极面观, YZS 4-11-7。

5, 6, 12. *Lophozonotriletes simanicus* (Naumova) (comb. nov.)

5. 极面观, YZS 5-7-2; 6. 近极面观, 示三射线区纹饰显著减弱或缺失, YZS 6-10-4; 12. 偏极面观, 示赤道外壁加厚并成环, YZS 2-6-4。

7, 8. *Samarisporites heteroverrucosus* Lu

7. 侧面观, YZS 6-7-6; 8. 偏极面观, YZS 6-9-7。
9. *Grandispora* sp.  
近极面观, YZS 6-9-12。
10. *Chelinospora regularis* (sp. nov.)  
远极面观, YZS 4-29-3。
11. *Apiculatisporis aculeatus* (Ibr.) Potonié et Kremp  
偏近极面观, YZS 6-8-9。
- 13, 14. *Apiculatisporis regularis* (sp. nov.)  
13. 赤道焦距, 示纹饰较规则, YZS 4-2-20; 14. 全模标本, 示三射线区, 纹饰显著减弱, YZS 2-5-1。
15. *Rhabdosporites* cf. *cymatilis* Allen  
极面观(?), YZS 4-25-6。

## 图 版 XXI

1. *Verrucizonotriletes distalis* (gen. et sp. nov.)  
赤道焦距, YZST 25-4。
- 2, 3. *Retusotriletes linearis* (sp. nov.)  
2. 全模标本, 近极面观, YZS 6-9-51; 3. 偏近极面观, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-7。
- 4, 8. *Raistrickia crassa* (sp. nov.)  
4. 全模标本, 近极面观, YZS 6-5; 8. 极面观, 示外壁局部加厚异常明显, YZS 4-19-15。
5. *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen  
偏极面观, 示标本最大厚度位于远极-赤道区, YZS 4-13-41。
6. *Lophozonotriletes mamillatus* (sp. nov.)  
偏极面观, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-2。
- 7, 10. *Lophozonotriletes verrucosus* (sp. nov.)  
7. 全模标本, YZS 4-2-26; 10. 近极面观, YZS 4-2-54。
9. *Crassispora* sp.  
四孢体, YZS 4-2-25。
- 11-13. *Cymbosporites rhytideus* (sp. nov.)  
11. 全模标本, YZS 4-13-44; 12. 近极面观, YZS 4-10-30; 13. 极面观, YZS 5-7-5。
- 14-16. *Lophozonotriletes baculiformis* Lu  
14. 远极面观, YZS 4-2-58; 15. 近极面观, YZS 4-6-41; 16. 侧面观, 示三射线区无纹饰, YZS 4-2-59。
17. *Apiculiretusispora densa* (sp. nov.)  
近极面观, 示弓形脊柔弱, YZS 4-1-16。
- 18, 19. *Camarozonotriletes microgranulatus* Lu  
18. 近极面观, YZS 4-15-3; 19. 远极面观, YZS 4-6-3。

## 图 版 XXII

- 1, 7. *Ancyrospora incisa* (Naumova) (comb. nov.)  
1. 极面观, 赤道焦距, YZS 4-3-3; 7. 近极面观, YZS 4-12-22。
2. *Chelinospora ochyrosa* Lu  
偏极压标本, YZS 2-8-2。
3. *Chelinospora ligulata* Allen  
极面观, 示标本厚, YZS 4-19-6。
4. *Ancyrospora pulchra* Owens  
极面观, 示三射线粗壮、纹饰稀疏, YZS 4-27-1。
- 5, 6. *Ancyrospora subcircularis* Lu  
5. 远极面观, YZS 5-5-5; 6. 近极面观, 三射柔弱, YZS 6-6-1。
- 8, 9. *Apiculatisporites delicatus* Lu  
8. 偏极面观, 示三射线甚弱, YZS 4-13-30; 9. 偏极面观, 示外壁具褶皱、轮廓线上反映微弱, YZS 6-7-18。
- 10, 11. *Lophotriletes incompletus* (sp. nov.)  
10. 远极面观, 示纹饰主要由锥刺组成, YZS 6-7-2; 11. 全模标本, 近极面观, YZS 6-9-30-1。
- 12-15. *Camarozonotriletes convexus* (sp. nov.)  
12. 全模标本, YZS 4-10-13; 13. 近极面观, YZS 4-10-33; 14. 远极面观, YZS 4-10-32; 15. 赤道焦距, YZS 4-15-6。
- 16-19. *Anapiculatisporites minutus* Lu et Ouyang



16.远极面观, YZS 4-2-14; 17, 18. 同一标本, 分别为近极和远极面观, YZS 4-9-13; 19.近极面观, YZS 4-24-6。

## 图 版 XXIII

1. *Hystricosporites* sp. 4  
侧面观, YZST 08, ca.  $\times 150$ 。
- 2—4. *Nikitinsporites rhabdocladus* (sp. nov.)  
2.纹饰, 为图 3 局部放大,  $\times 200$ ; 3.侧压标本, 示形似蜘蛛, YZST 08,  $\times 200$ ; 4.全模标本, YZST 09,  $\times 200$ 。
5. *Ancyrospora penicillata* (sp. nov.)  
极面观, 赤道焦距, YZST 10, ca.  $\times 150$ 。
6. *Hystricosporites* sp. 1  
侧面观, YZS 4-19-1。
7. *Hystricosporites* cf. *gravis* Owens  
侧面观, YZS 4-23-2。
- 8—10. *Hystricosporites triangulatus* Tiwari et Schaarschmidt  
8.极面观, YZS 13-3-1; 9.远极面观, 扫描电子显微图片, 产自云南沾益西冲, SEM 4760; 10.侧面观, 示三射唇强烈隆起, YZS 12-4-4。
- 11—14. *Cymbosporites conatus* Bharadwaj et al.  
11.远极面观, YZS 4-22-1; 12.赤道焦距, 示赤道边缘具纹饰, YZS 4-25-1; 13.近极面观, 示近极面无明显纹饰, YZS 4-10-2; 14.近极面观, YZS 6-29-4。

## 图 版 XXIV

- 1, 2. *Acrisporites bilamellatus* (sp. nov.)  
1.全模标本, 近极面观, 示外壁明显两层, 近中央区, 黑色碎片为外来沾附物, YZS 4-2-34; 2.远极面观, 示圆形凹穴, 位于远极极区, YZS 4-2-37。
3. *Ancyrospora simplex* (Guennel) Urban  
近极面观, 示带环宽、厚、坚实, YZS 4-5-3。
4. *Ancyrospora subcircularis* Lu  
远极面观, YZS 6-9-10。
5. *Ancyrospora melvillensis* Owens  
极面观, 赤道焦距, YZS 4-15-2。
6. *Coronispora circularis* (sp. nov.)  
极面观, YZST 11-1, ca.  $\times 120$ 。
- 7—11. *Acrisporites singularis* (sp. nov.)  
7, 8.全模标本, 同一标本, 分别为近极面观和远极面观, YZS 4-13-31; 9, 10.同一标本 YZS 4-16-4; 分别为近极面观(示外壁厚实)和远极面观, 示远极区外壁具一圆形凹穴; 11.近极面观, YZS 4-2-17。
12. *Acrisporites* sp.  
远极面观, 中央黑块为外来沾附碎片, YZS 4-16-10。
- 13, 14. *Verrucosiporites* sp. 1  
13.近极面观, YZS 4-5-7; 14.近极面观, YZS 5-7-2。

## 图 版 XXV

- 1, 2. *Ancyrospora acuminata* Lu  
1.近极面观, YZS 6-9-4; 2.赤道焦距, YZS 4-24-4。
3. *Lophozonotriletes mamillatus* (sp. nov.)  
全模标本, 偏近极面观, YZS 6-10-1。
- 4, 11. *Archaeozonotriletes auritus* Lu  
4.极面观, YZS 6-6-8; 11.赤道焦距, 示耳状凸起, YZS 2-7-3。
- 5, 6. *Lophozonotriletes cristifer* (Luber) Kedo  
5.赤道焦距, 示耳状凸起, YZS 4-16-11; 6.侧面观, 示远极外壁明显加厚和赤道具环, YZS 5-3-2。
- 7, 8. *Ancyrospora subcircularis* Lu  
7, 8.原全模标本(据卢礼昌, 1980b, 图版 VIII, 图 1, 2), 同一标本, ACE 123—69 (2); 分别为近极面观和远极面观。

9, 10. *Ancyrospora bacillaris* (sp. nov.)

9. 全模标本, YZS 4-28-2; 10. 近极面观, 示三射线长等于孢子半径长, YZS 4-24-7。

12. *Cornispora lageniformis* Lu (comb. nov.)

极面观, YZS 2-10-5。

## 图 版 XXVI

1. *Ancyrospora arguta* (Naumova) Lu

近极面观, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-13-1。

2, 3. *Convolutispora florida* Hoffemister et al.

2, 3. 同一标本, 分别为近极和远极面观, YZS 6-3-1。

4. *Ancyrospora* cf. *subcircularis* Lu

极面观, 示内孢体小, YZS 4-2-2。

5, 10. *Cristatisporites* sp.

5. 近极面观 YZS 12-2-1; 10. 偏极面观, YZS 5-7-30。

6-8. *Apiculiretusispora densus* (sp. nov.)

6. 全模标本, 近极面观, YZS 4-1-24; 7. 偏近极面观, 示一射线, 末端及其两侧外壁明显加厚, YZS 4-13-25; 8. 副模标本, 偏赤道面观, 示接触区光滑无饰, YZS 4-11-1。

9. *Ancyrospora tenuicaulis* (sp. nov.)

极面观, YZS 4-3-4。

11, 12. *Geminispora punctata* Owens

11. 偏近极面观, 外壁沿三射线破裂, YZS 5-1-7; 12. 近极面观, 示三射线区内外壁略有减薄(较亮), YZS 6-9-24。

13, 14. *Hystricosporites microancyreus* Riegel

13. 极面观, 右下方黑块为外来沾附物, YZS 13-2-9; 14. 侧面观, 示三射唇强烈隆起, 远极面锚刺多断缺, YZS 4-24-5。

15. *Hystricosporites* sp. 3

侧面观, YZS 4-2-30。

## 图 版 XXVII

1. *Ancyrospora acuminata* Lu

原全模标本(据卢礼昌, 1980b, 图版 VII, 图 14), AEC 123-15(6)。

2. *Ancyrospora melvillensis* Owens

极面观, 示内孢体界限清楚, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-11-2。

3. *Coronispora circularis* (sp. nov.)

全模标本, YZST 10-1。

4, 5. *Peltosporites imparilis* (gen. et sp. nov.)

4. 全模标本, YZS 4-11-24; 5. 近极面观, 孢子局部破损, YZS 4-12-28。

6. *Nikitinsporites brevicornis* (sp. nov.)

极面观, YZS 4-10-11,  $\times 250$ 。

7, 8. *Ancyrospora tenuicaulis* (sp. nov.)

7. 近极面观, YZS 4-14-12; 8. 全模标本, YZS 4-13-27。

9. *Scolecodonte* (Gr.)

虫牙碎片, YZS 5-1-6。

10. *Densosporites conicus* (sp. nov.)

全模标本, 近极面观, YZS 5-1-4。

## 图 版 XXVIII

1, 2. *Ancyrospora striata* (sp. nov.)

1. 全模标本, 赤道焦距, YZS 4-14-2; 2. 近极面观, 示内孢体较小, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-1-1。

3, 4. *Ancyrospora melvillensis* Owens

3. 极面观, 赤道焦距, 示纹饰以长锥刺为主, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-13-2; 4. 近极面观, YZS 4-10-11。

5. *Apiculatisporis abditus* (Loose) Pot. et Kr.

偏近极面观, 示三射线区纹饰显著减弱, YZS 6-10-4。



6, 7. *Raistrickia incompleta* Lu

6. 远极面观, YZS 13-5; 7. 极面观, YZST 13-5。

8. *Verrucosporites nitidus* (Naumova) Playford

近极面观, YZS 4-4-3。

9, 10. *Ancyrospora simplex* (Guennel) Urban

9. 近极面观, 产自云南沾益西冲, YZX 14-4-22; 10. 远极面观, 示纹饰在远极极区较稀、较弱, YZS 4-2-40。

图 版 XXIX

1, 6. *Ancyrospora* (?) *majuscula* (sp. nov.)

1. 全模标本, 赤道焦距, YZS 4-30-1; 6. 副模标本, 近极焦距, YZS 4-28-10。

2. *Ancyrospora arguta* (Naumova) Lu

近极面观 YZS 4-3-1。

3. *Ancyrospora tenuicaulis* (sp. nov.)

近极面观, YZS 4-6-2。

4, 5. *Ancyrospora stellizonalis* (sp. nov.)

4. 全模标本, YZS 4-14-7; 5. 副模标本, 侧面观, 示近极和远极面双凸, 三射唇明显隆起, YZS 4-13-12。

7, 8. *Auroraspora* sp.

7. 极压标本, YZS 4-23-4; 8. 极压标本, YZS 4-27-X。

9, 10. *Camarozonotriletes triangulatus* (sp. nov.)

9. 全模标本, 极面观, YZS 4-1-12; 10. 近极面观, YZS 4-2-15。

图 版 XXX

1—4. *Ancyrospora penicillata* (sp. nov.)

1. 全模标本, YZST 11-1,  $\times 200$ ; 2. 副模标本, 扫描电子显微图片, SEM 0159; 3. 纹饰, 为图 1 局部放大; 4. 远极面观, 扫描电子显微图片, SEM 82549。

5. *Ancyrospora pulchra* Owens

偏近极面观, YZST 4-1。

6, 7. *Punctatisporites robustus* (sp. nov.)

6. 极面观, YZS 6-9-21; 7. 全模标本, YZS 6-9-22。

8, 9. *Cymbosporites cyathus* Allen

8. 近极面观, YZS 4-2-41; 9. 极面观, 赤道焦距, YZS 6-9-17。

10, 11. *Reticulatisporites* sp.

10. YZS 12-1-10; 11. 极面观(?), YZS 6-8-7。

图 版 XXXI

1—3, 7—11. *Ancyrospora dissecta* (sp. nov.)

1—3: 同一标本: 1, 2 扫描电子显微图片, 分别为近极面观, SEM 4087 和远极面观, SEM 4146, 3. 为图 1, 2 的透光显微图片, ca.  $\times 100$ ; 7—11: 全模标本: 7, 8. 为扫描电子显微图片, 分别为近极面观, SEM 4073 和远极面观, SEM 4148; 9. 为图 7、图 8 的透光显微图片, ca.  $\times 100$ ; 10, 11. 均为纹饰, 分别为图 9 和图 7 的局部放大; 图 10 放大 ca.  $\times 200$ ; 图 11 标本编号 SEM 4074。

4. *Cymbosporites dentatus* Lu

极面观, YZST 5-3。

5. *Verrucosporites* sp. 2

侧面观, YZS 12-2-3。

6. *Verrucosporites nitidus* (Naumova) Playford

远极面观, YZS 4-0,  $\times 600$ 。

12, 13. *Ancyrospora melvillensis* Owens

12, 13: 同一标本, 且均为扫描电子显微图片, 分别为远极面观, SEM 4779 和 近极面观, SEM 4682。

图 版 XXXII

1—3. *Ancyrospora distincta* (sp. nov.)

1. 副模标本, 扫描电子显微图片, SEM 4668; 2. 近极面观, 扫描电子显微图片, SEM 4671; 3. 近极面观,

扫描电子显微图片, SEM 4662。

4—6. *Nikitinsporites rhabdocladus* (sp. nov.)

4, 5: 同一标本, 扫描电子显微图片, 分别为远极面观(极面纹饰断落)和近极面观, 示三射(线)唇明显存在, 标本编号分别为 SEM 4085 和 0164; 6. 纹饰, 为图 4 局部放大, 示末端两分叉确实存在, SEM 4086。

7—10. *Ancyrospora conjunctiva* (sp. nov.)

8. 近极面观, 扫描电子显微图片, 示接触区外壁呈小三角形加厚并高起, SEM 4670; 7, 9, 10. 为同一标本, 均系扫描电子显微图片; 7. 纹饰, 为图 10 局部放大, SEM 4167, 图 9, 10 分别为近极面观, SEM 4090 和远极面观, SEM 4166。

图 版 XXXIII

1—3. *Ancyrospira irregularis* (sp. nov.)

1. 全模标本, 近极面观, 扫描电子显微图片, SEM 4661; 2. 近极面观, 示接触区界限不清楚, 扫描电子显微图片, SEM 4674; 3. 极面观, 示刺干长棒状、表面具细条纹(或内结构); 产自沾益西冲, YZX 14-4-8-2,  $\times 200$ 。

4. *Chelinospora larga* (sp. nov.)

近侧面观, 示网脉, YZS 4-13-44。

5. *Ancyrospora simplex* (Guennel) Urban

极面观, 标本有破损, 内孢子体出露, YZS 4-6-1。

6. *Crassispora* sp.

近极面观, YZS 4-1-17。

7. cf. *Auroraspora* sp. 2

极面观, YZS 13-1-1。

8. *Brochotriletes* sp.

偏极面观, YZS 5-8-2。

9. *Camptosporites rarus* (sp. nov.)

全模标本, 近极面观, YZS 6-7-4。

10. *Geminospora punctata* Owens

赤道焦距, 示内结构明显, 近中央黑块系外来沾附物, YZS 6-7-3。

11. *Archaeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen

近极面观, 示栉状带环明显偏心, YZS 4-13-45。

2, 13. *Ancyrospora dissecta* (sp. nov.)

12. 极面观, 标本超氧化, 示内层薄, 具褶皱; 产自沾益西冲, YZX 14-4-26-1,  $\times 150$ ; 13. 赤道焦距, 示带环、刺干的辐射状细条纹由“长颗粒”排列而成; 产自沾益西冲, YZX 14-4-2-1,  $\times 200$ 。

图 版 XXXIV

1—3. *Thymospora imperfecta* (sp. nov.)

1. 全模标本, YZS 2-2-1; 2. 极面观(据卢礼昌, 1980b, 图版 IX, 图 11); 3. 偏极面观, YZS 2-1-10。

4, 5. *Dictyotidium* sp.

4, 5. 均为疑源类(之二), 标本编号分别为: YZS 2-7-1 和 YZS 2-2-4。

6. *Archaeoperisaccus scabratus* Owens

近极面观, YZS 4-14-3。

7, 8. *Archaeoperisaccus indistinctus* (sp. nov.)

7. 极面观, 示褶皱明显, YZS 6-19-1; 8. 原全模标本, 极面观, (据卢礼昌, 1980 a, 图版 I, 图 4)。

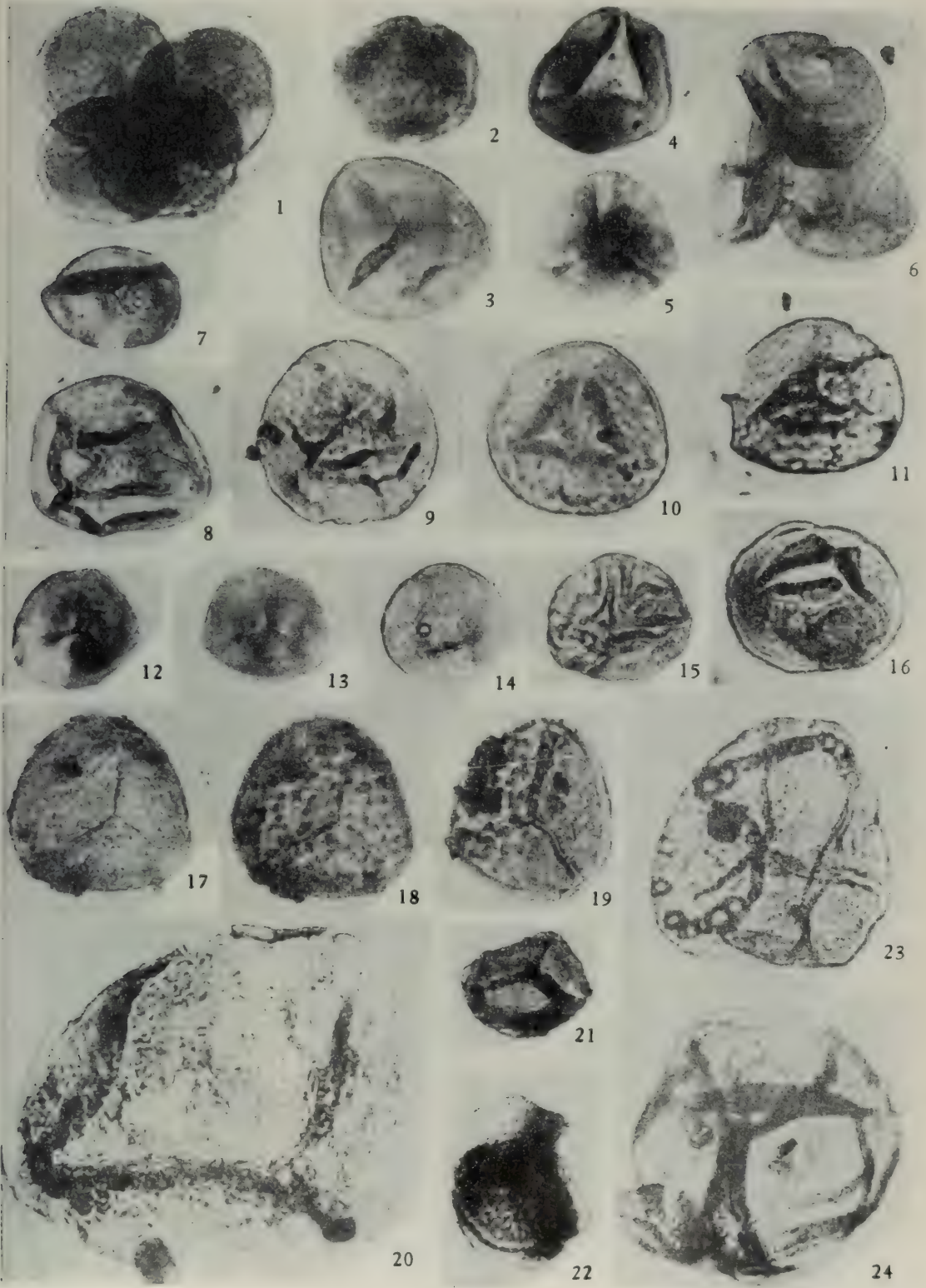
9—12. *Reticulatamonoletes robustus* (gen. et sp. nov.)

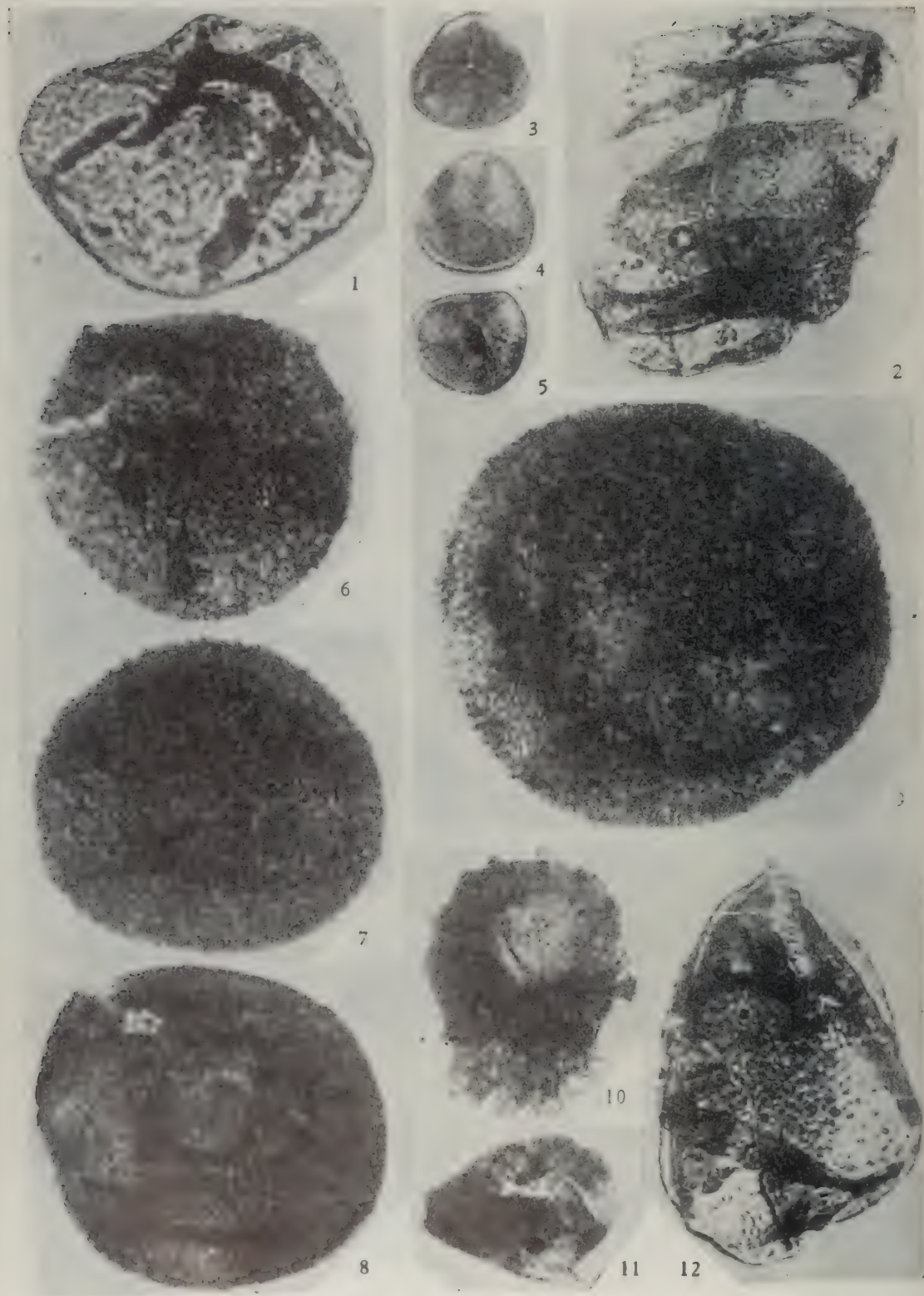
9. 偏极面观, 示外壁里表面具细弱的刺粒状纹饰; YZS 6-7-14; 10. 远极面 YZS 6-7-12; 11. 极面观 YZS 4-16-17; 12. 全模标本 YZS 6-8-13。

13—17. *Reticulatamonoletes angustus* (gen. et sp. nov.)

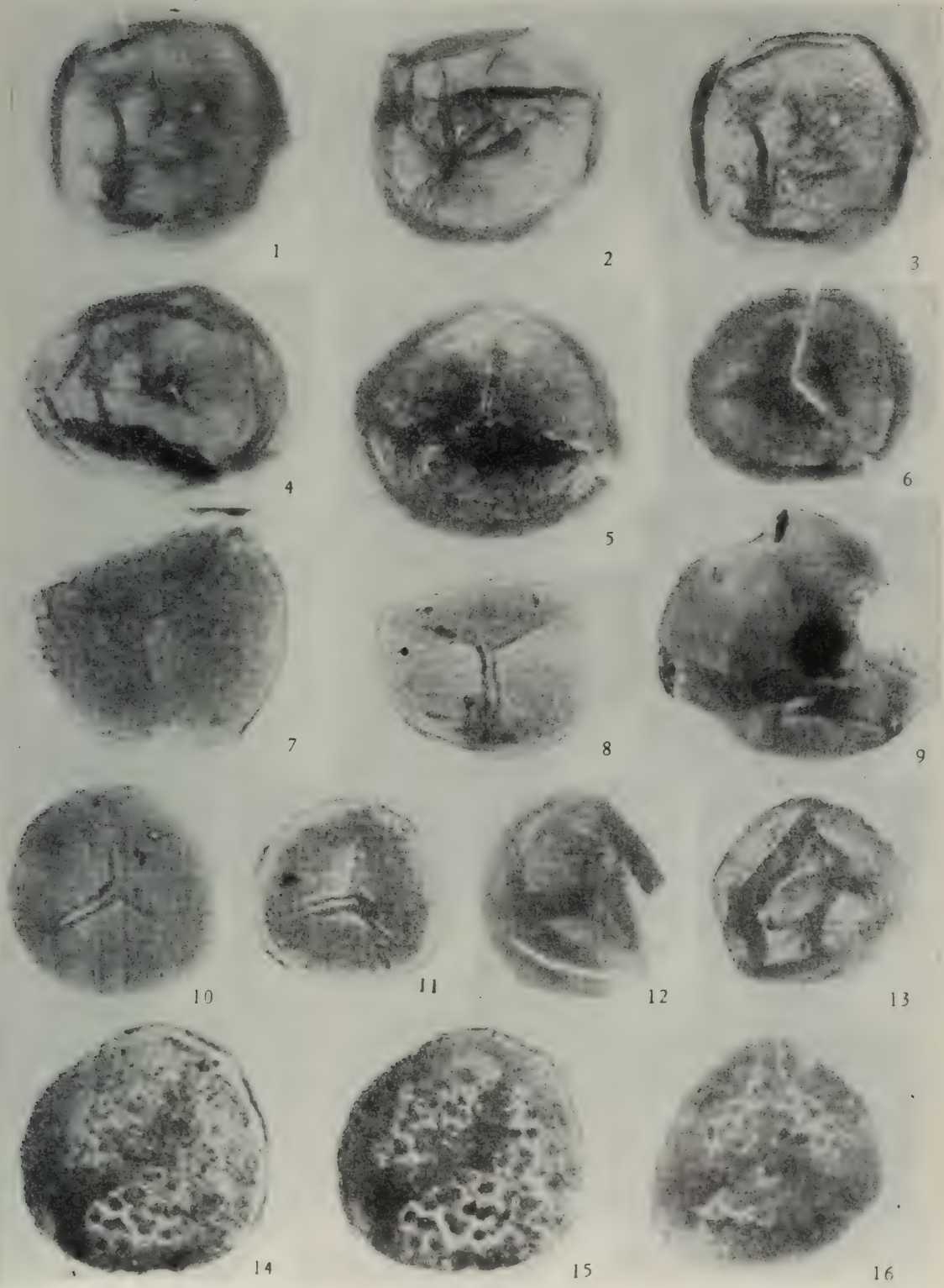
13, 14: 全模标本, 分别为近极面观和远极面观, YZS 2-1-6; 15. 极面观, YZS 5-6-1; 16. 偏极面观 YZS 5-5-1; 17. 极面观 YZS 5-5-1。

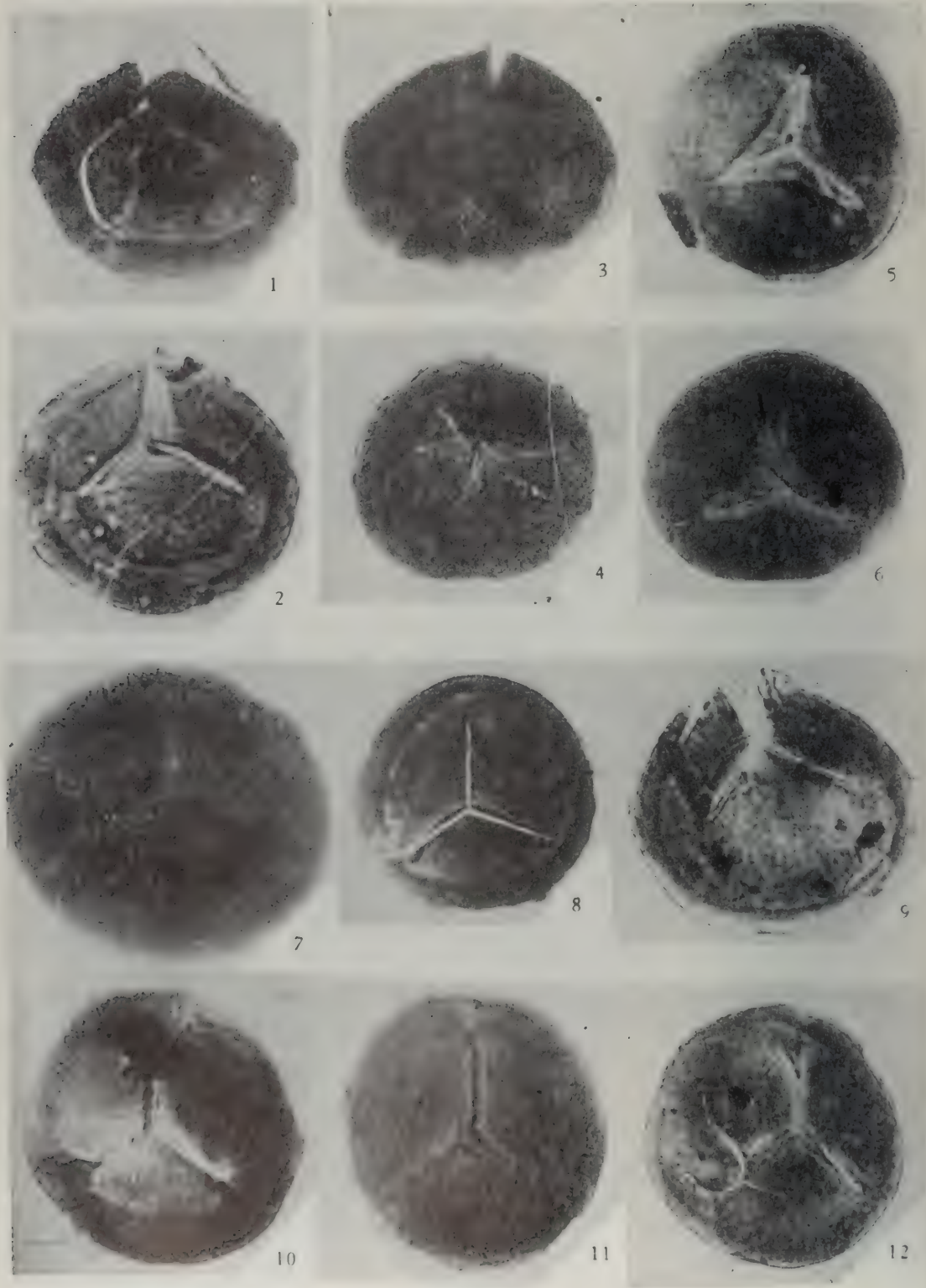




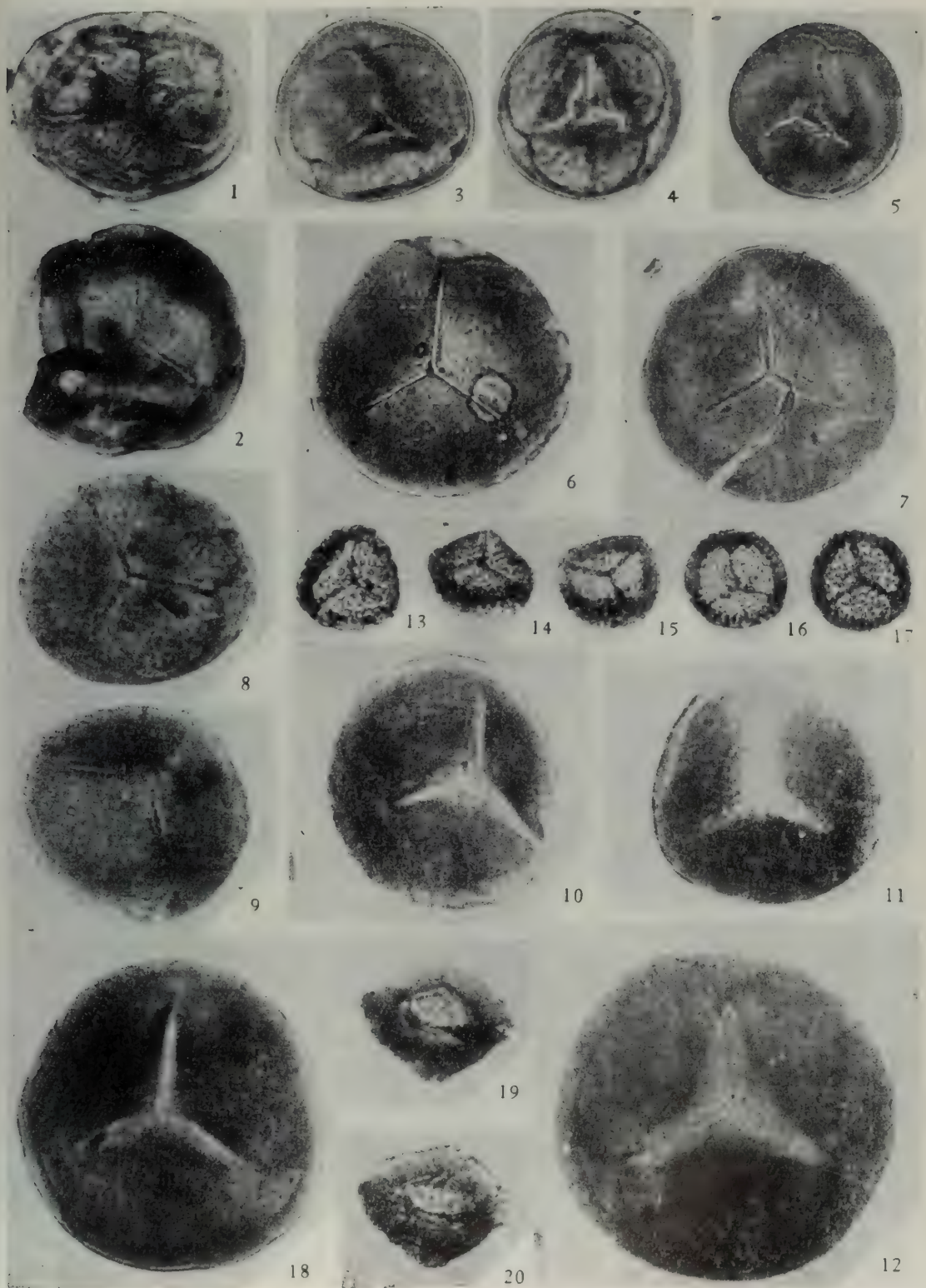


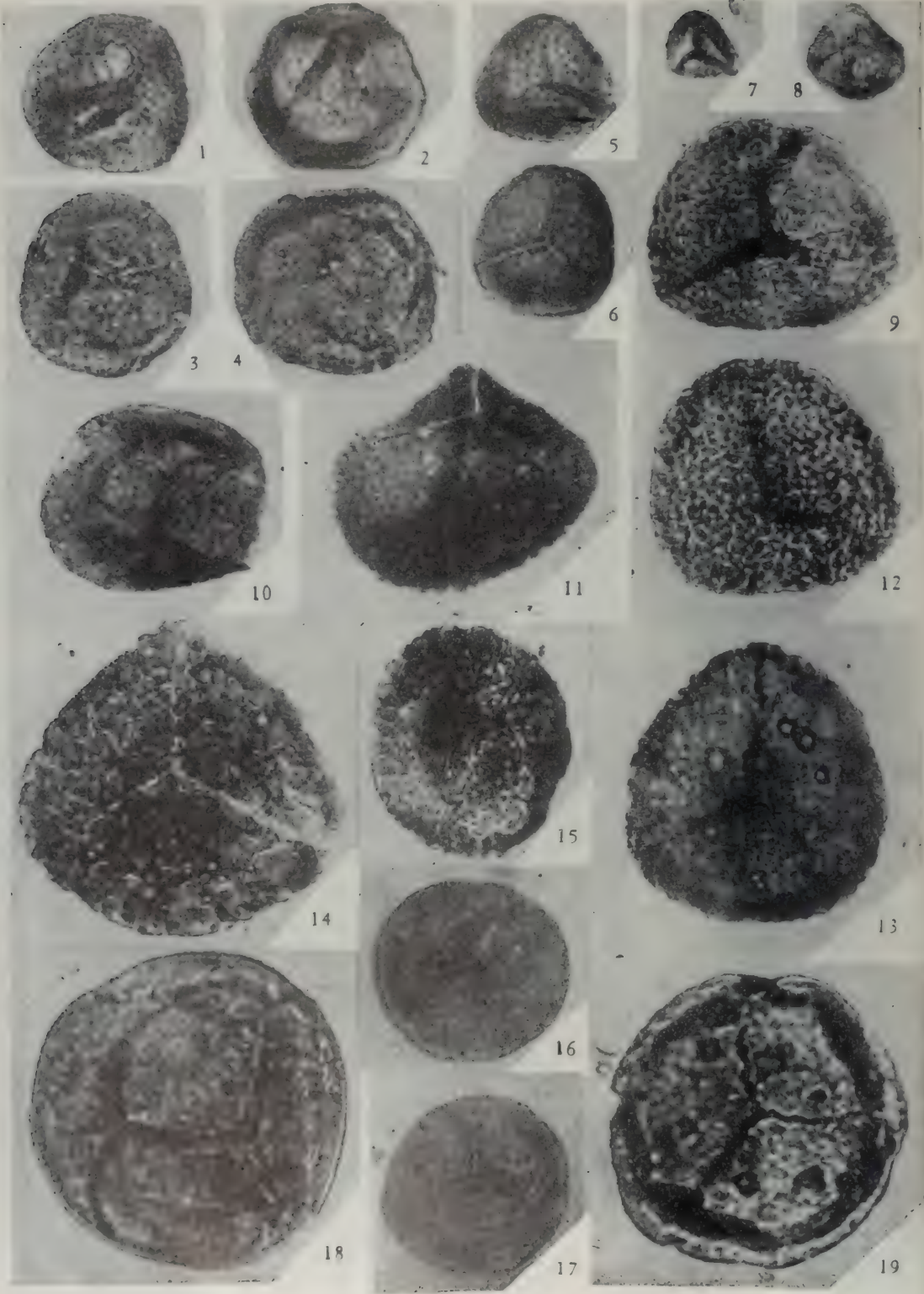




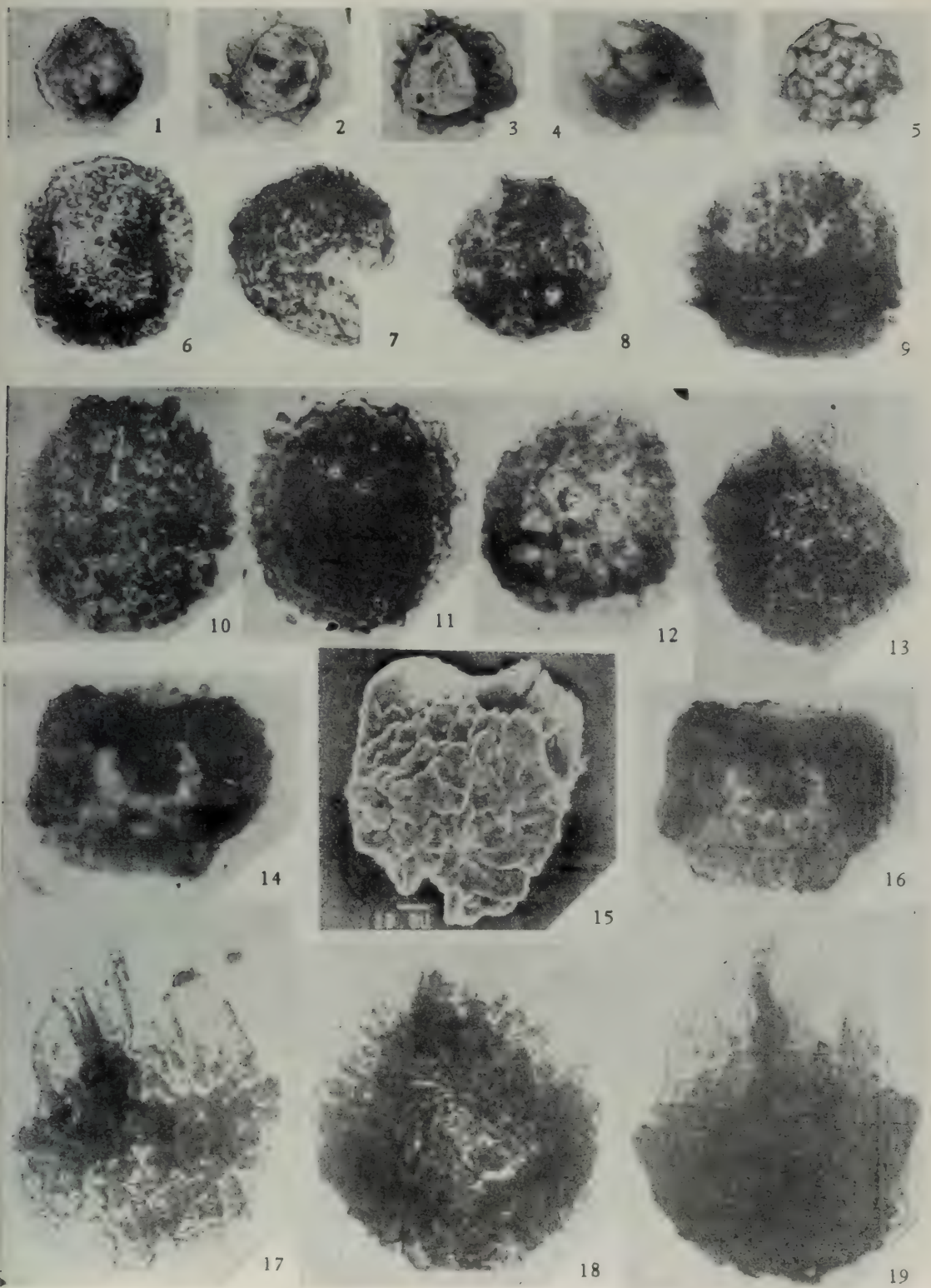


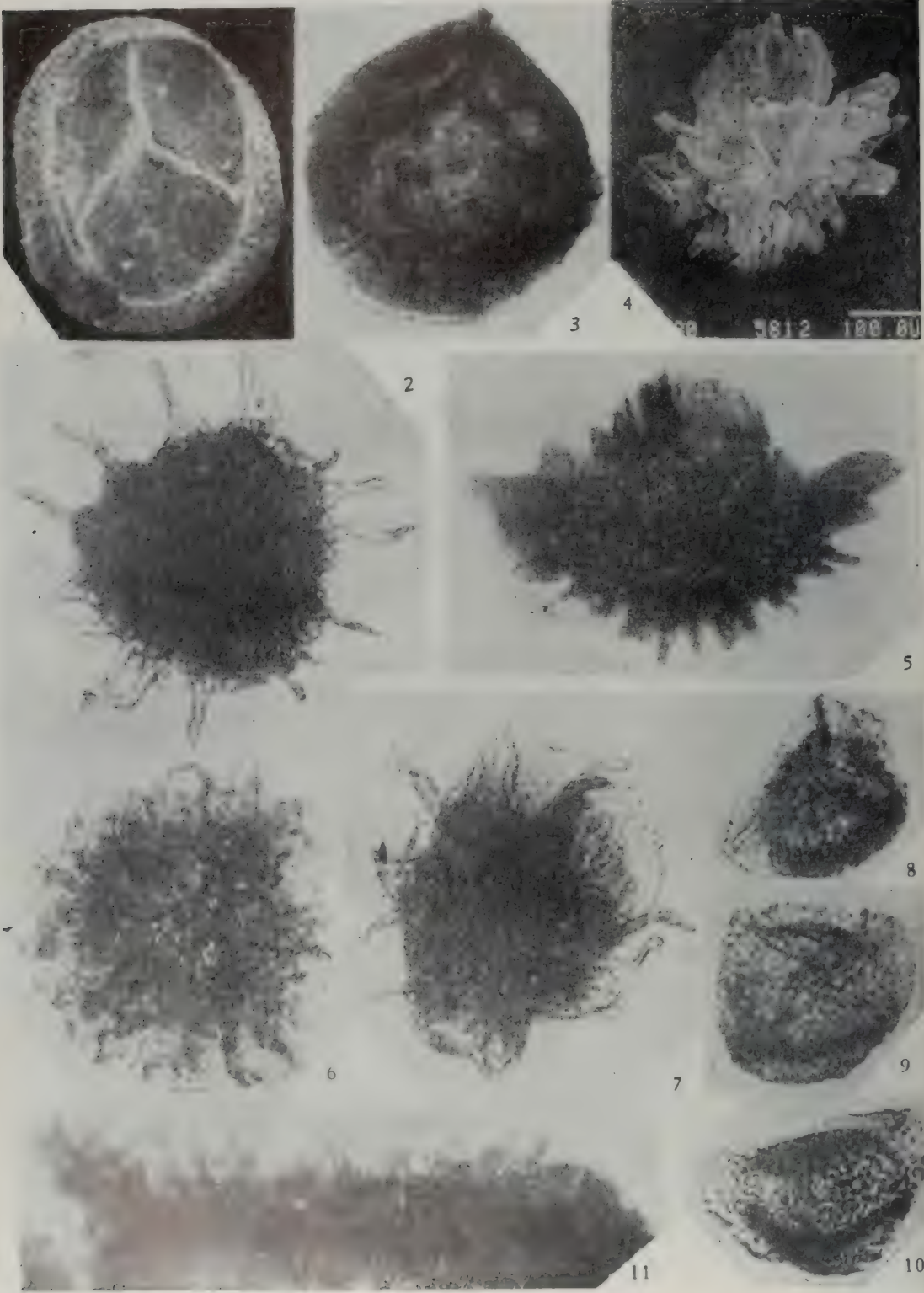




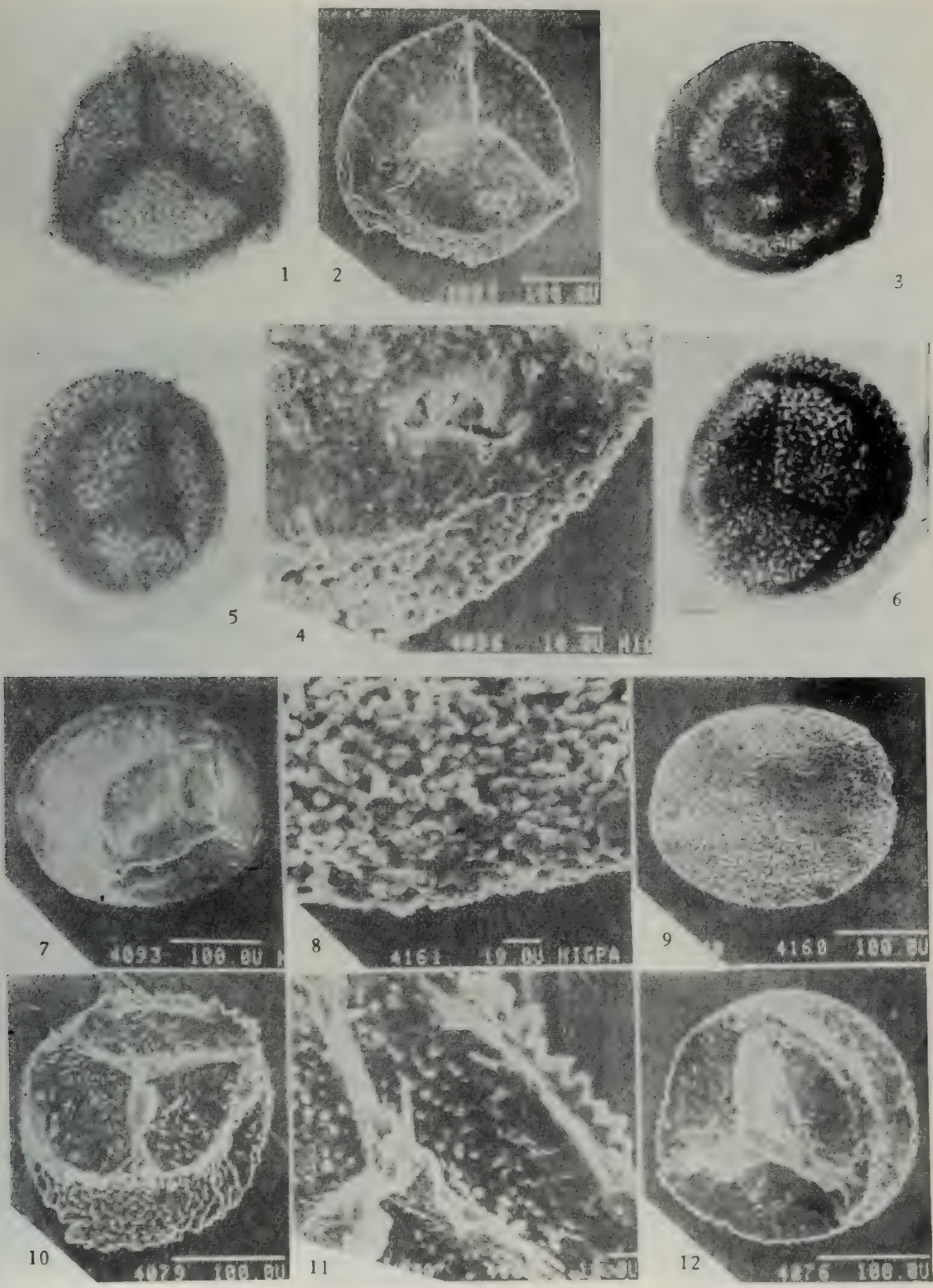


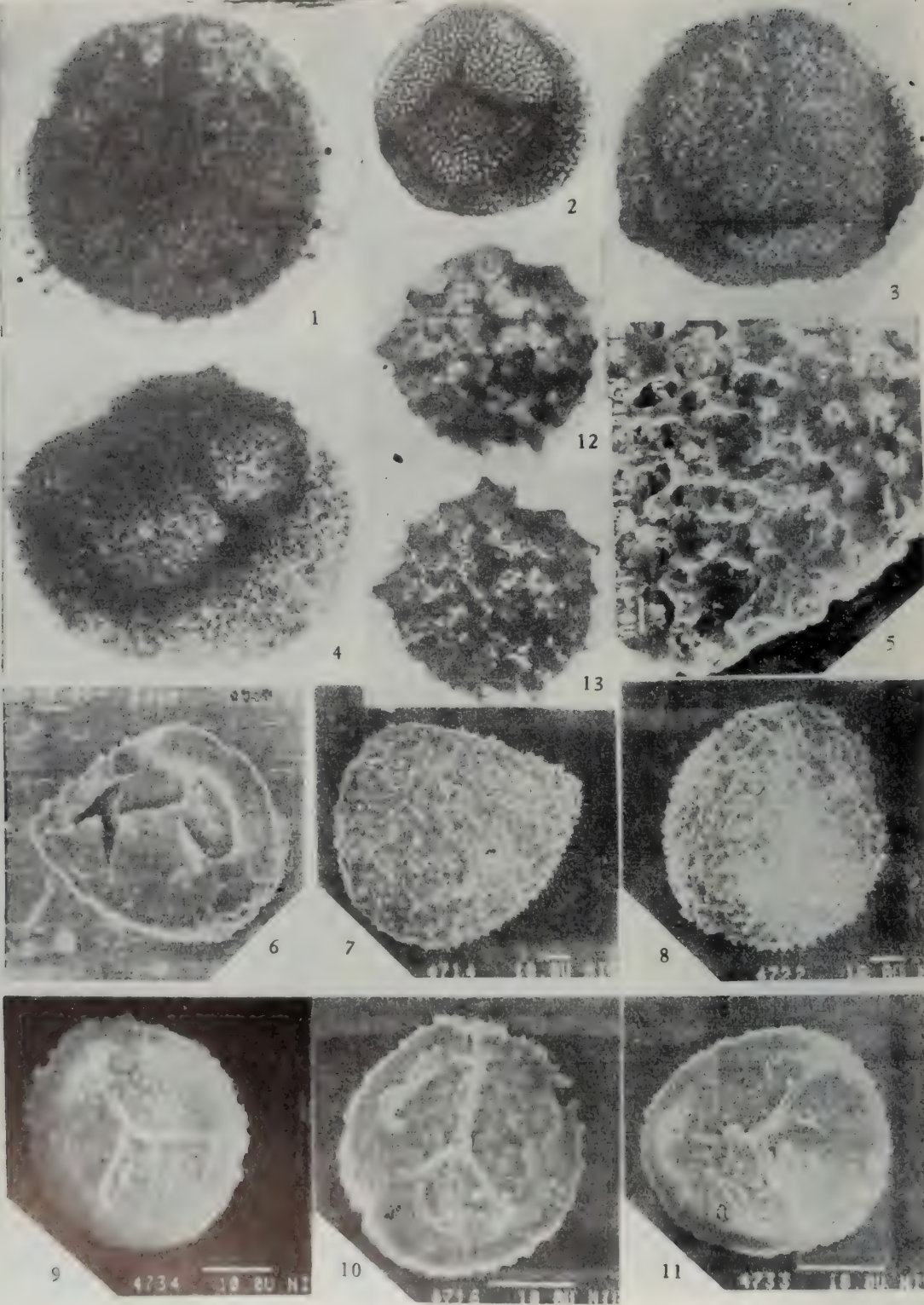




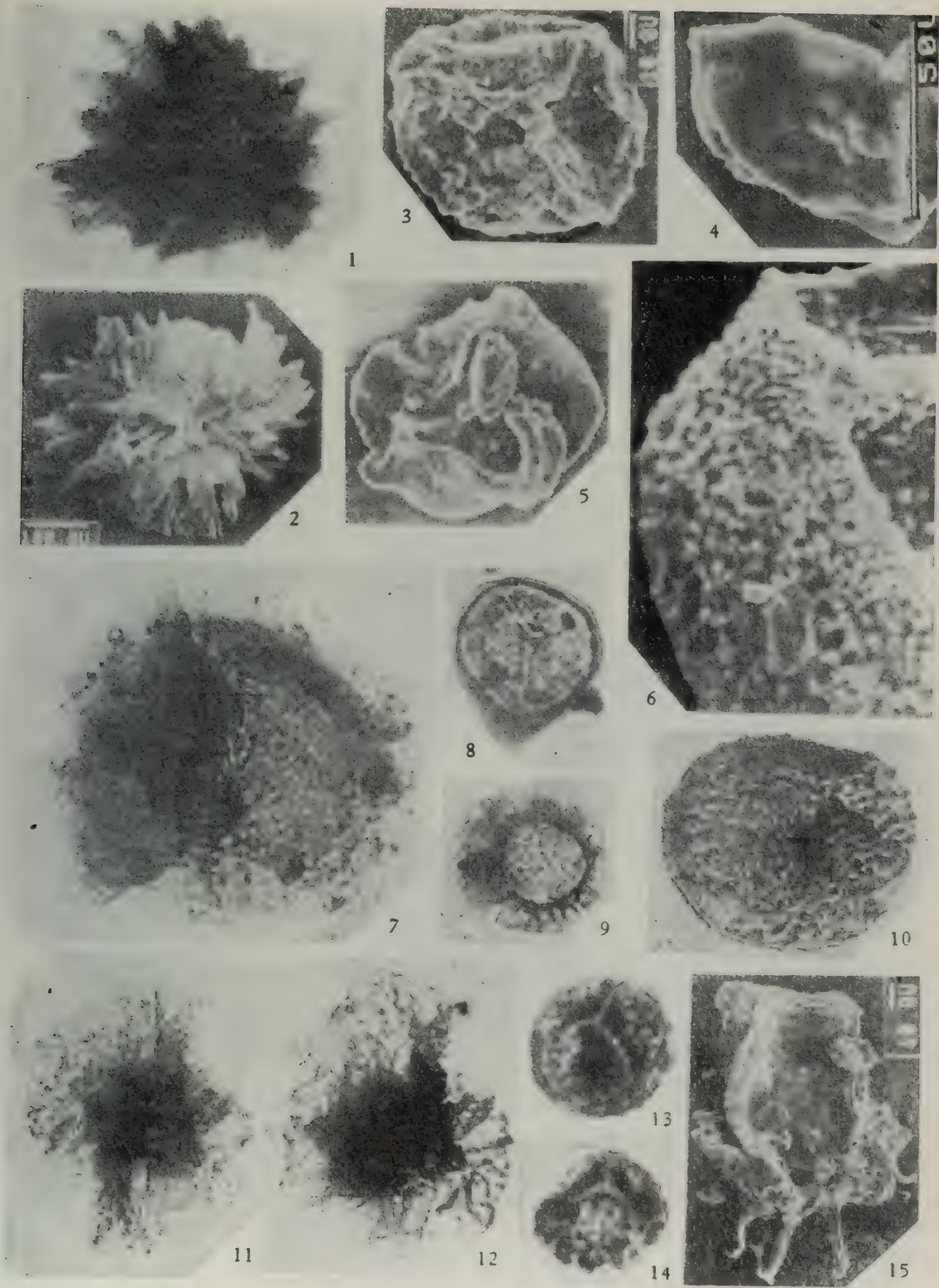


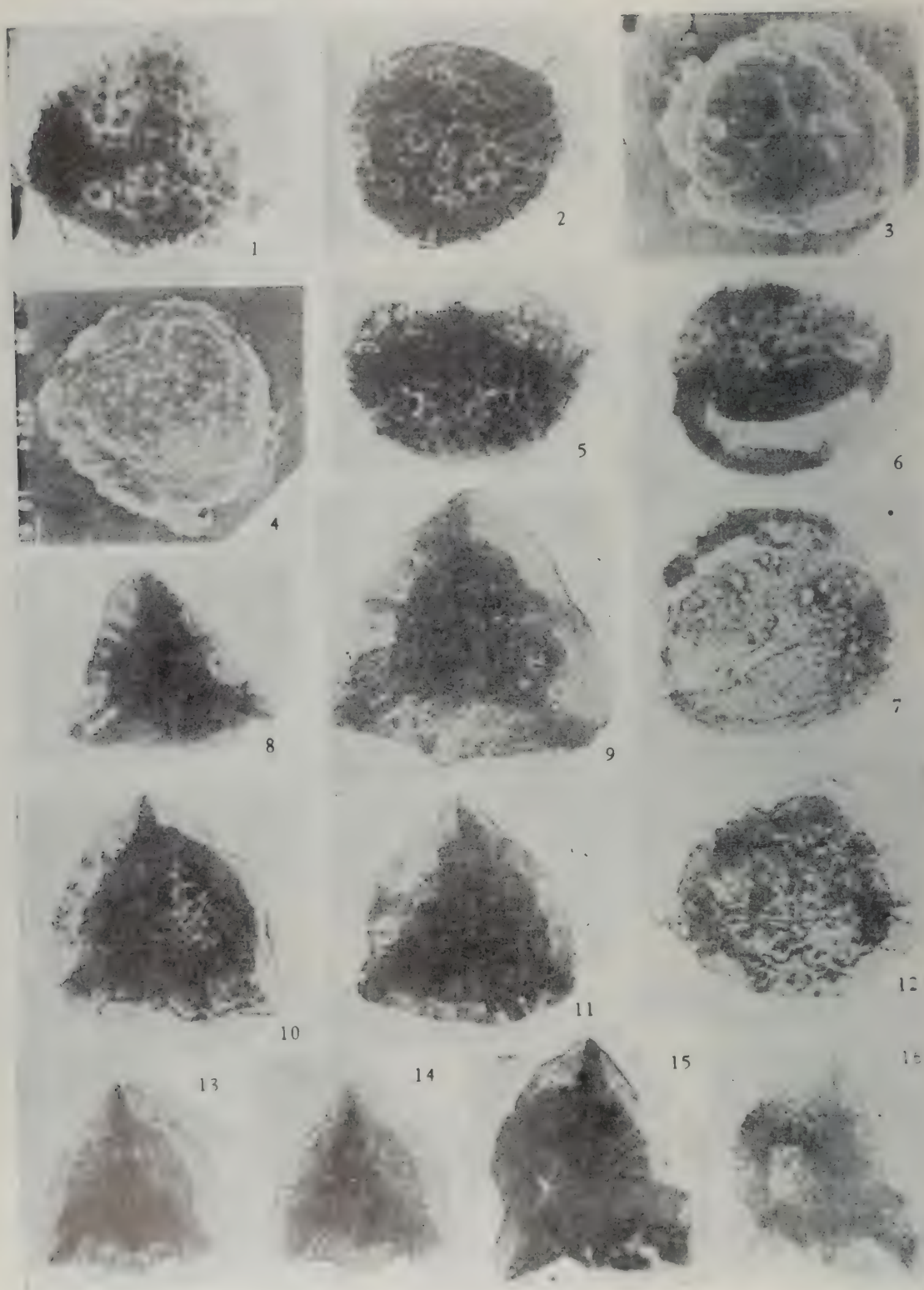




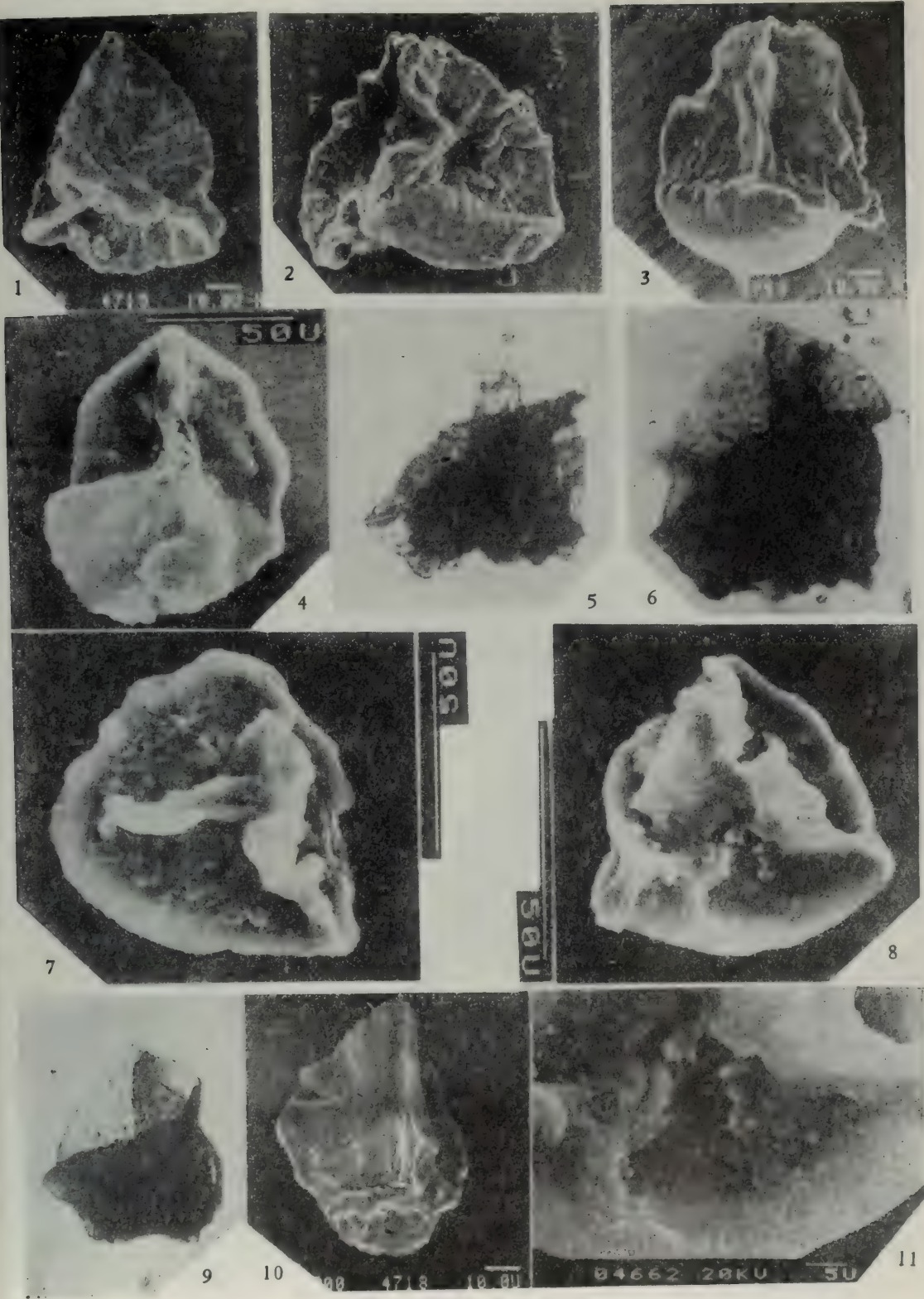


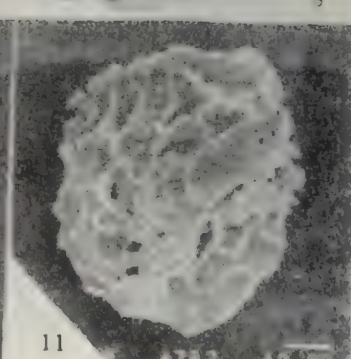
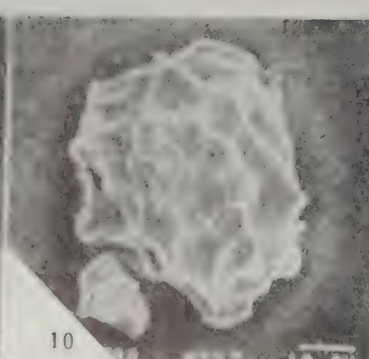
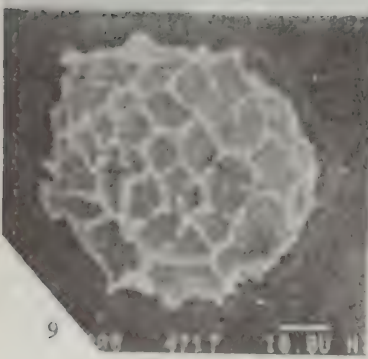
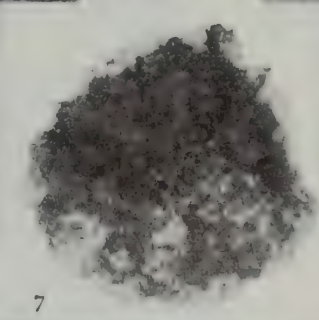
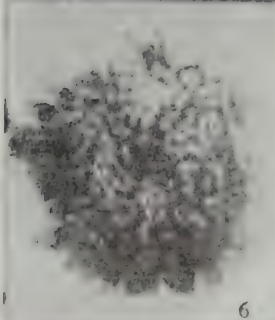
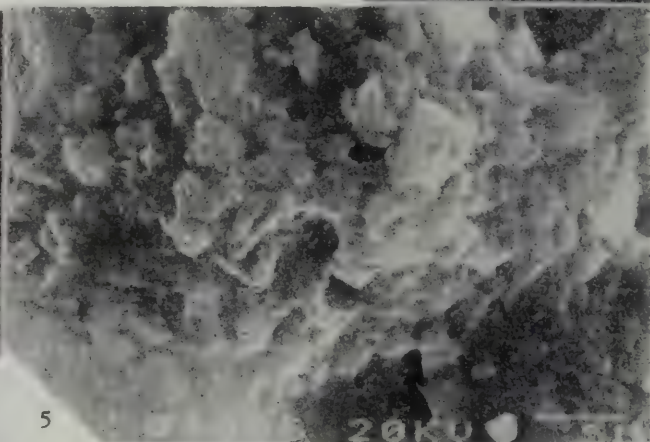
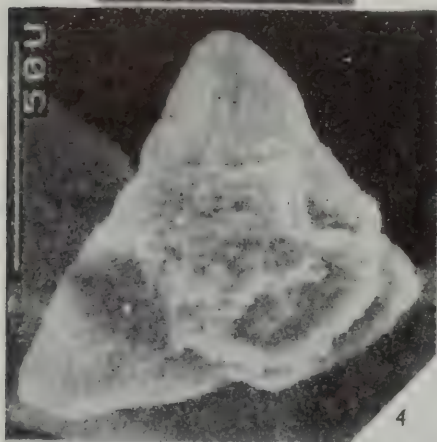
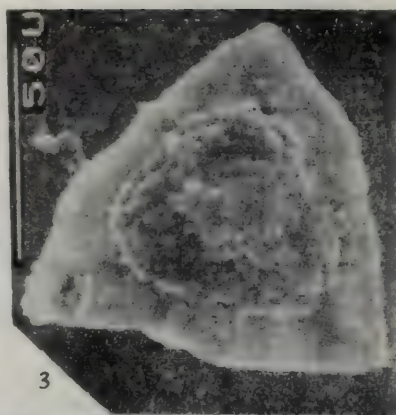
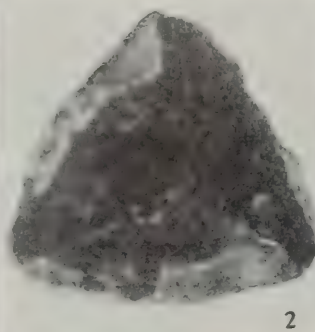
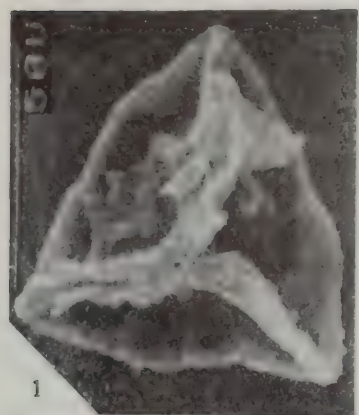




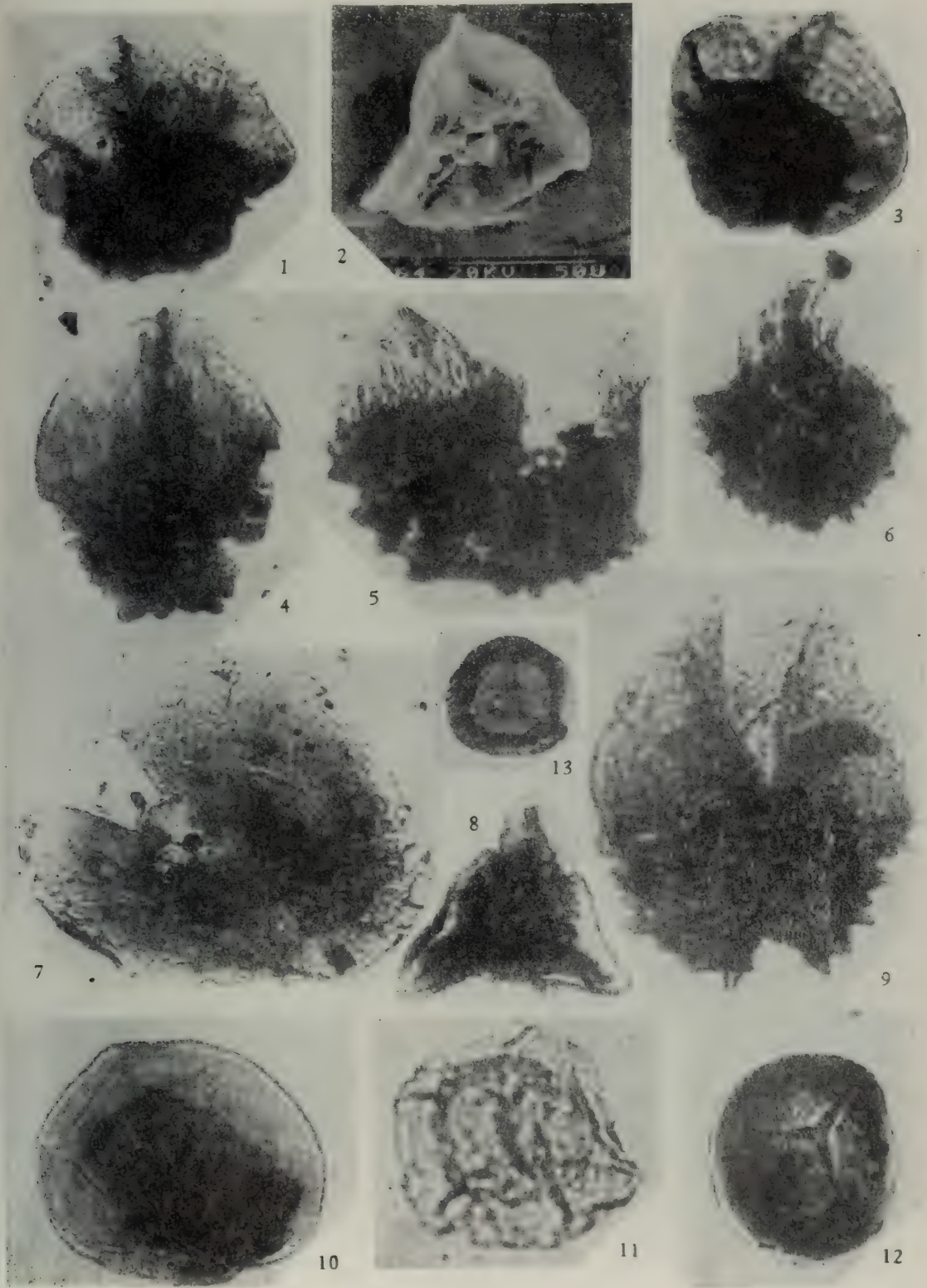


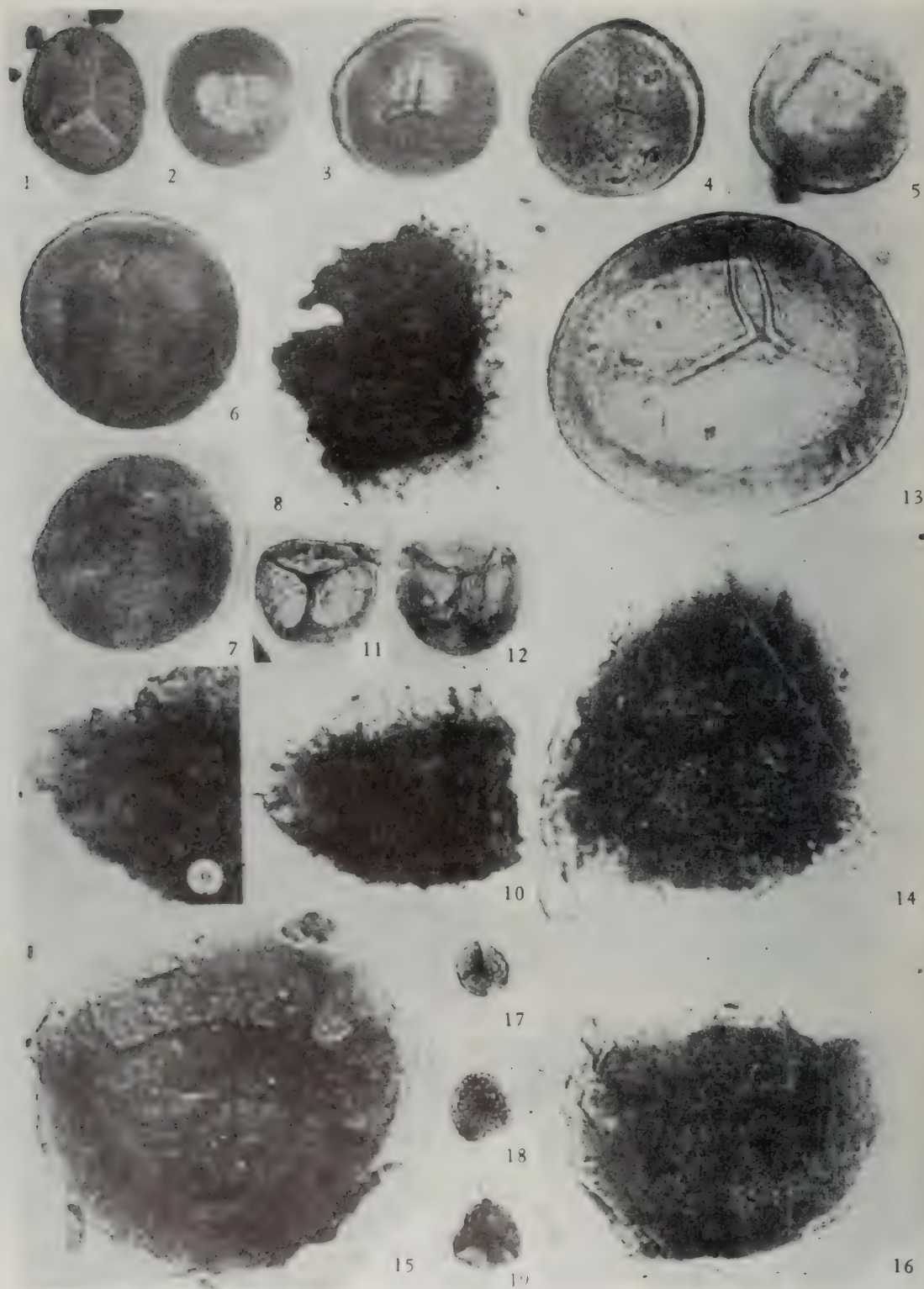






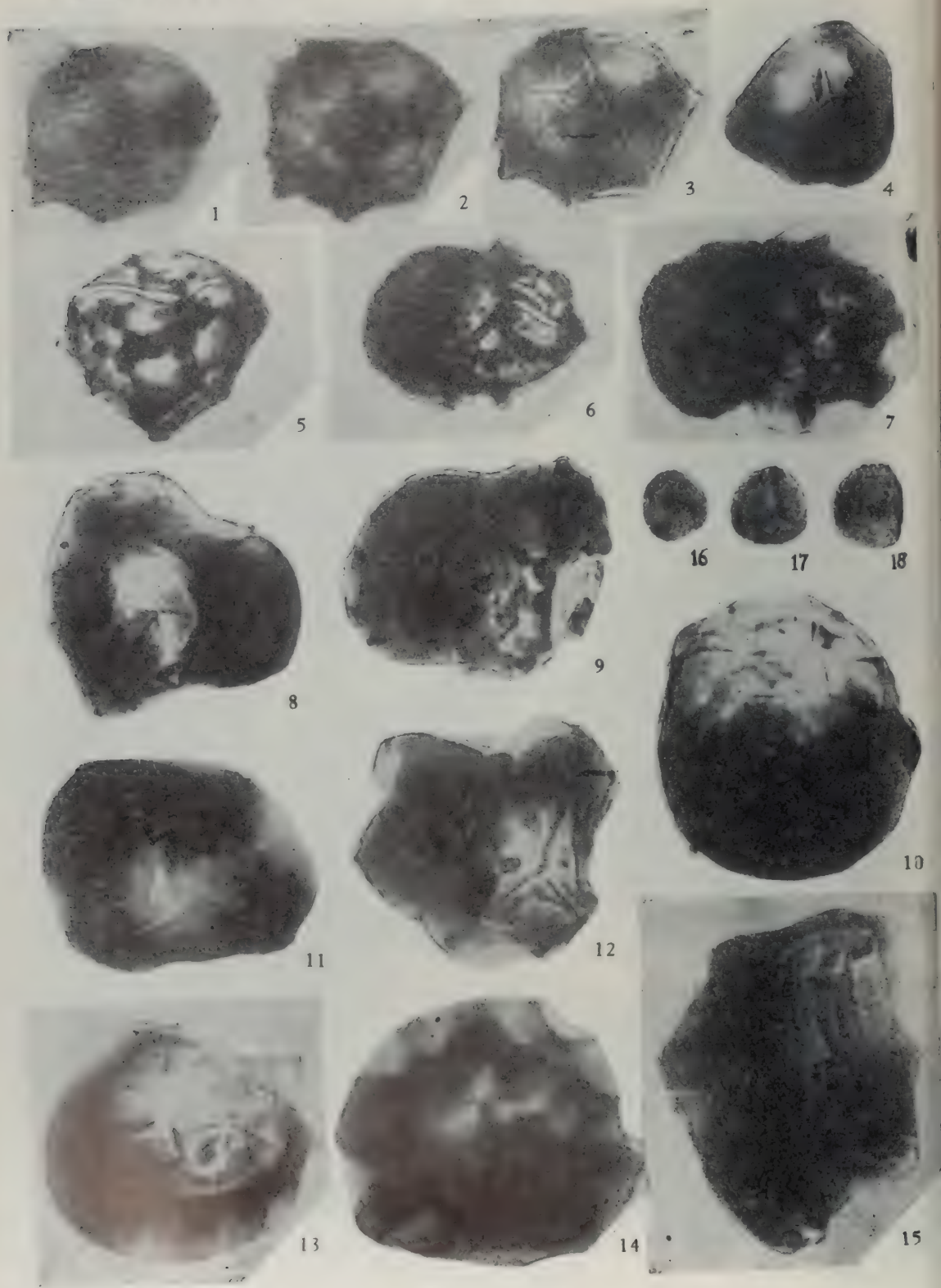




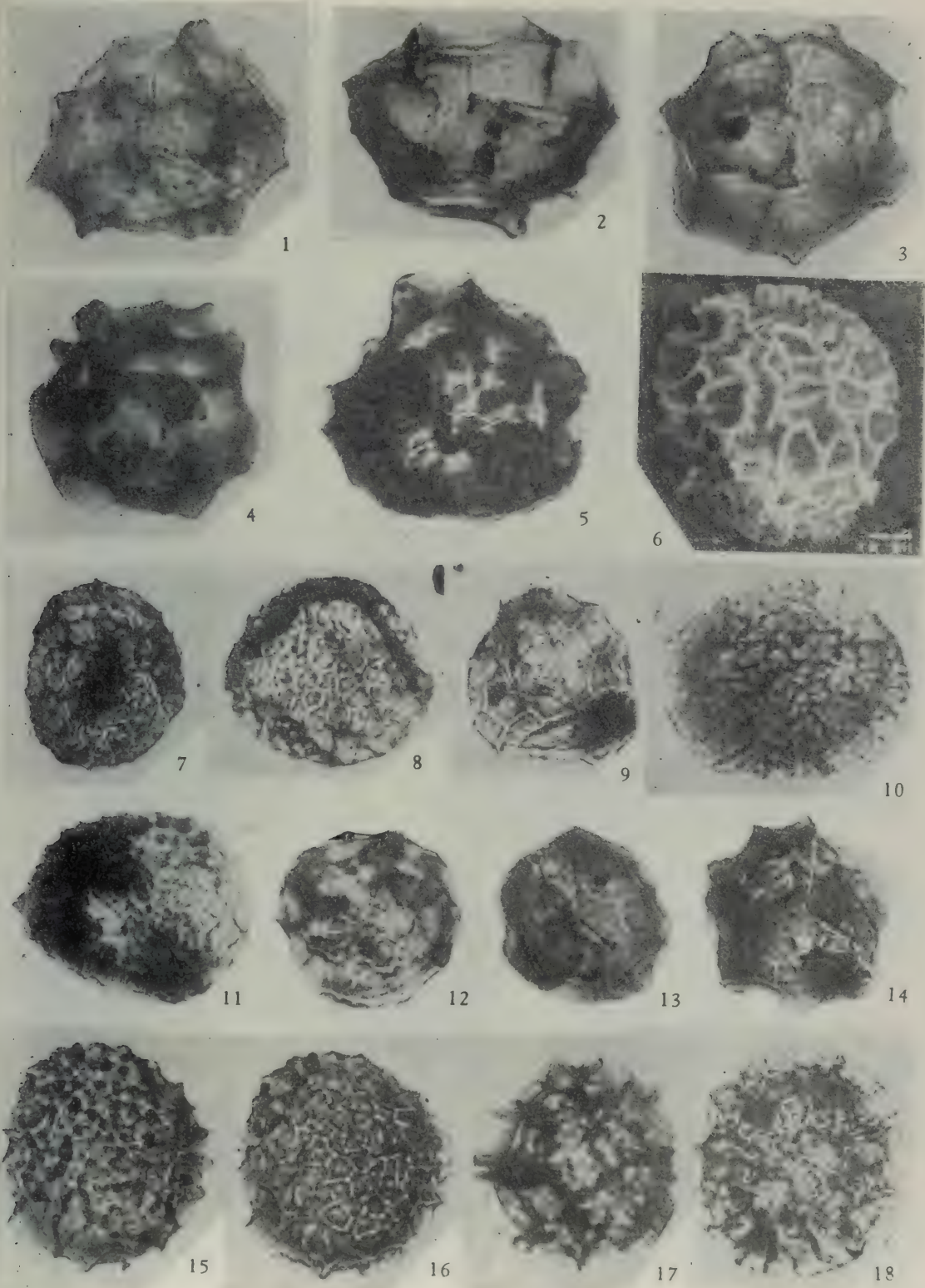


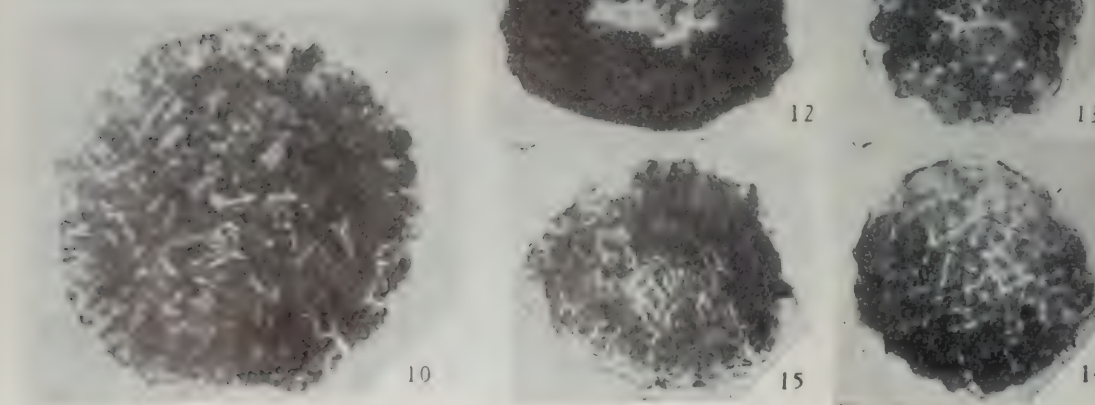
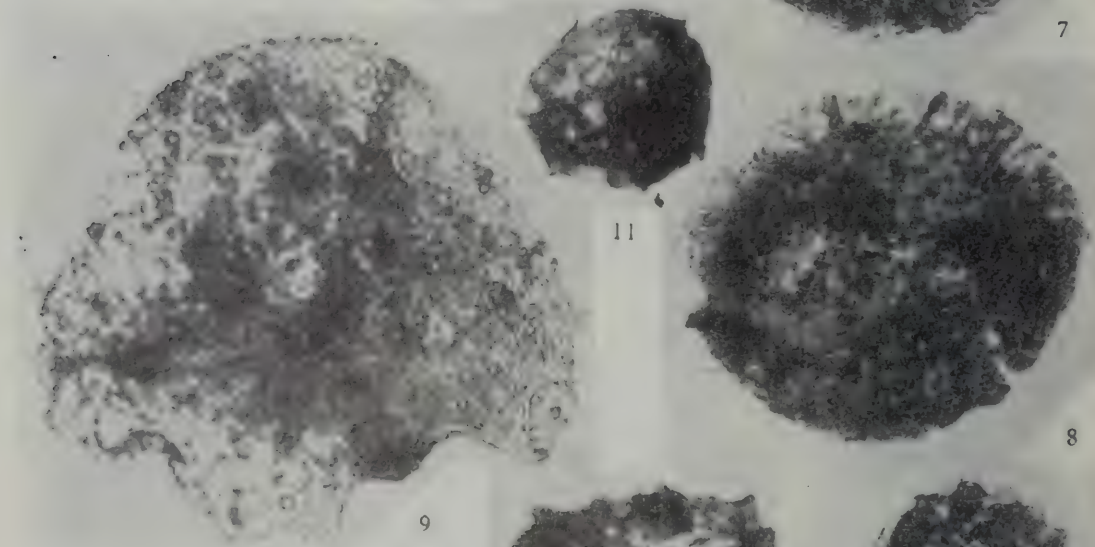
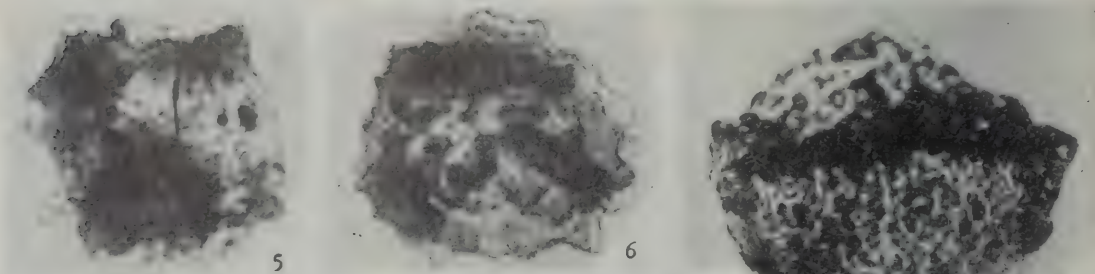
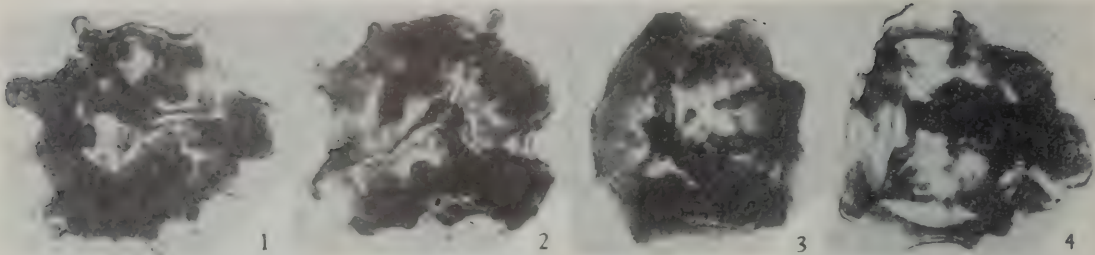




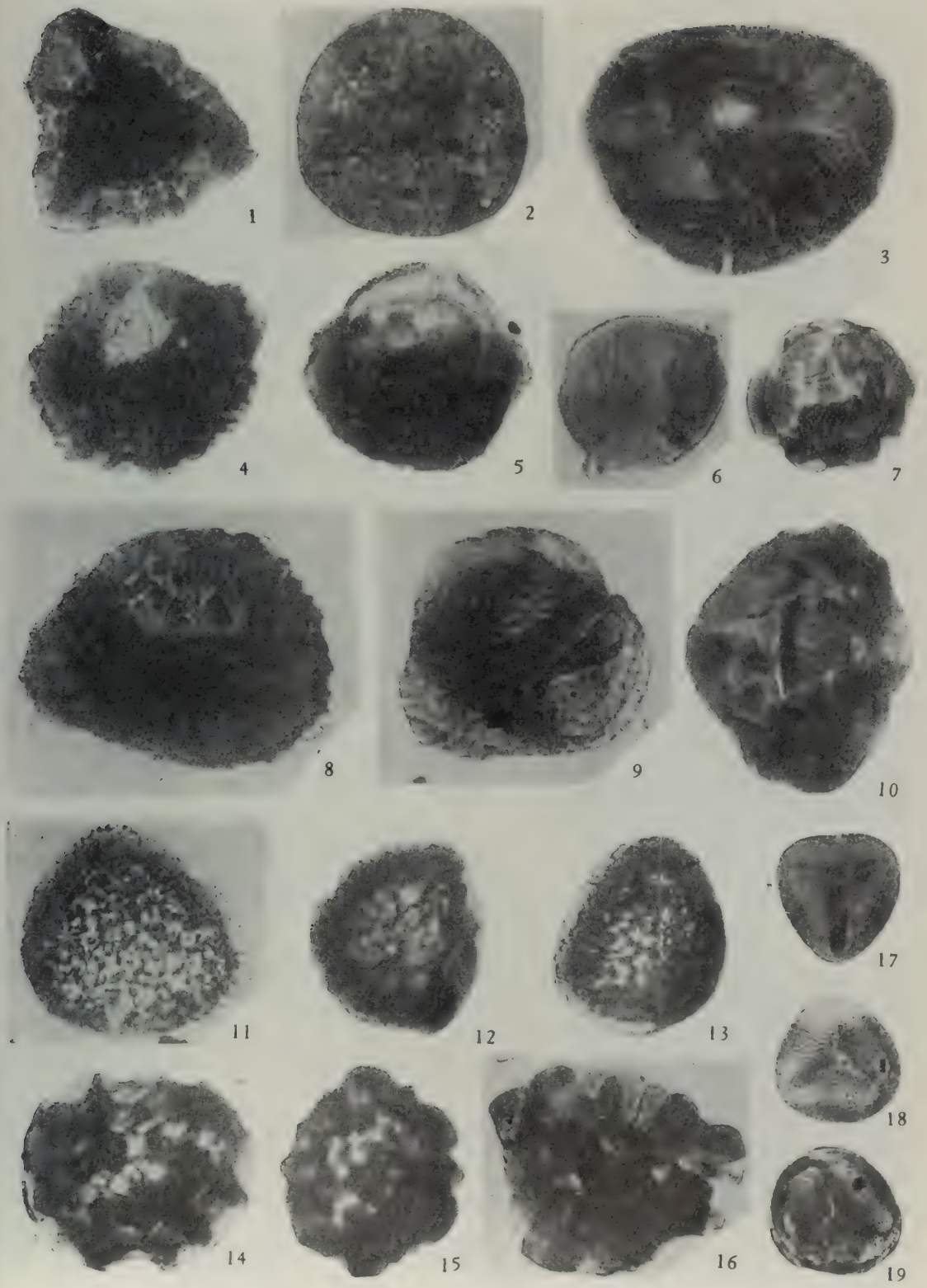


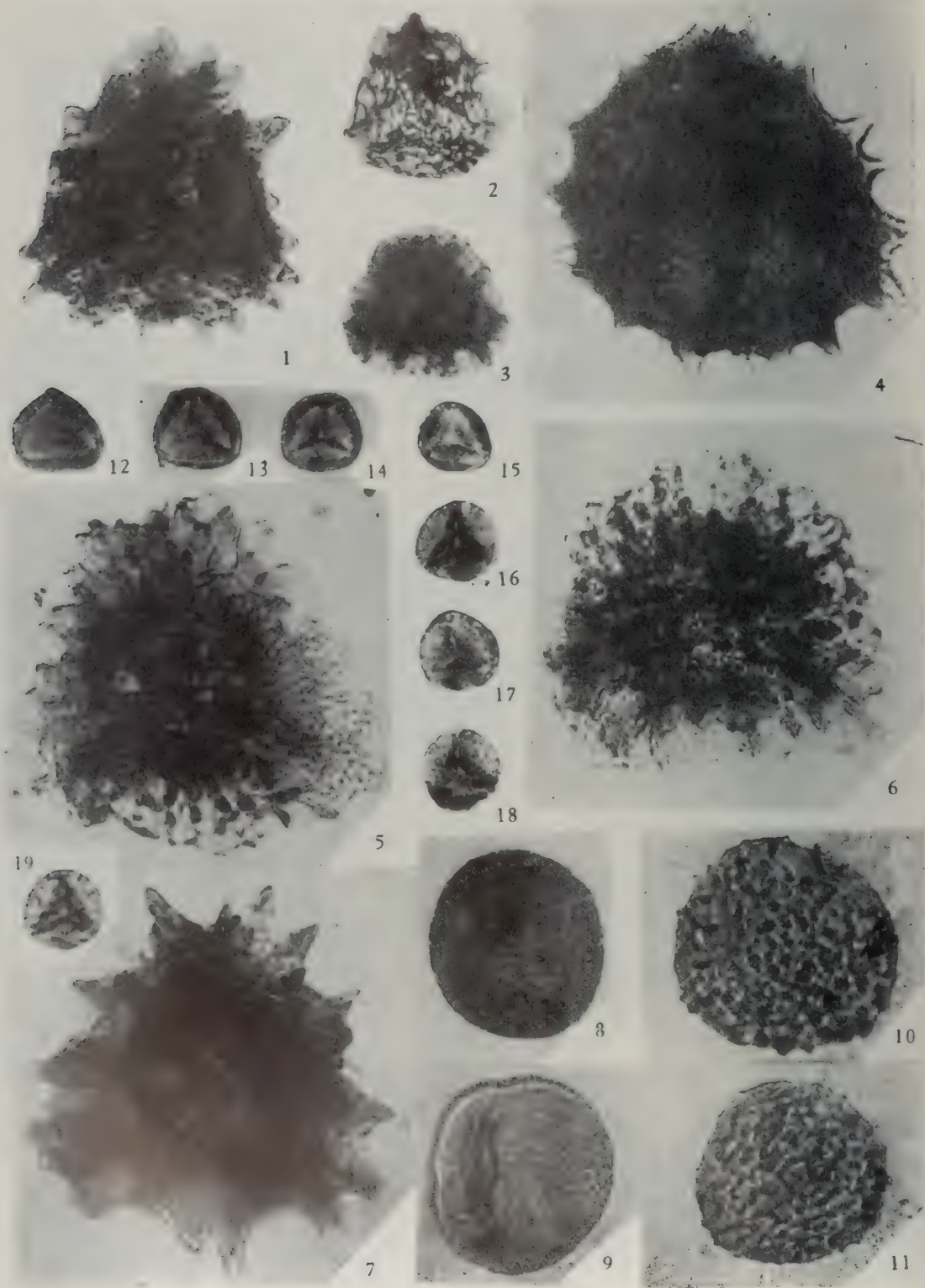






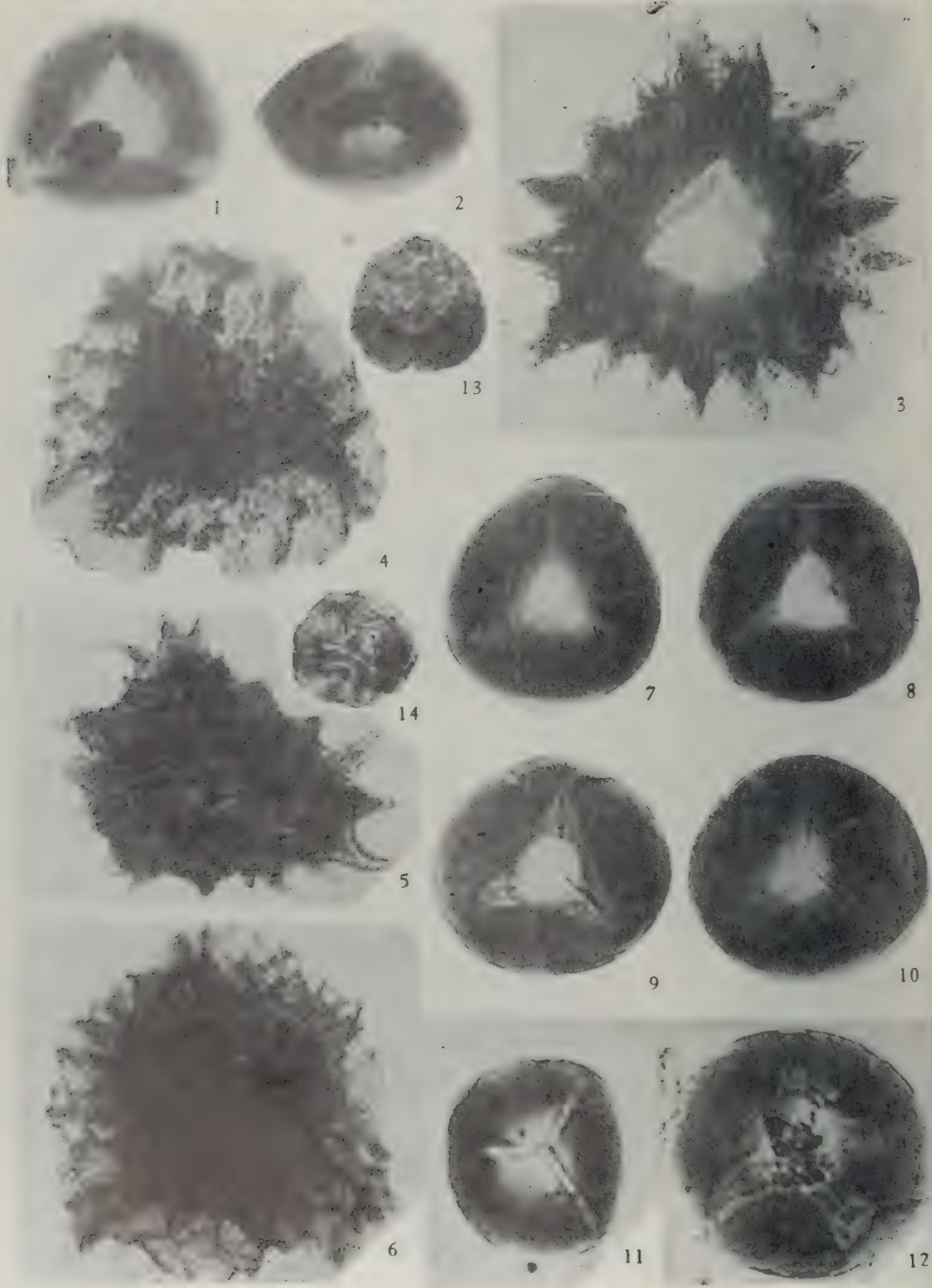




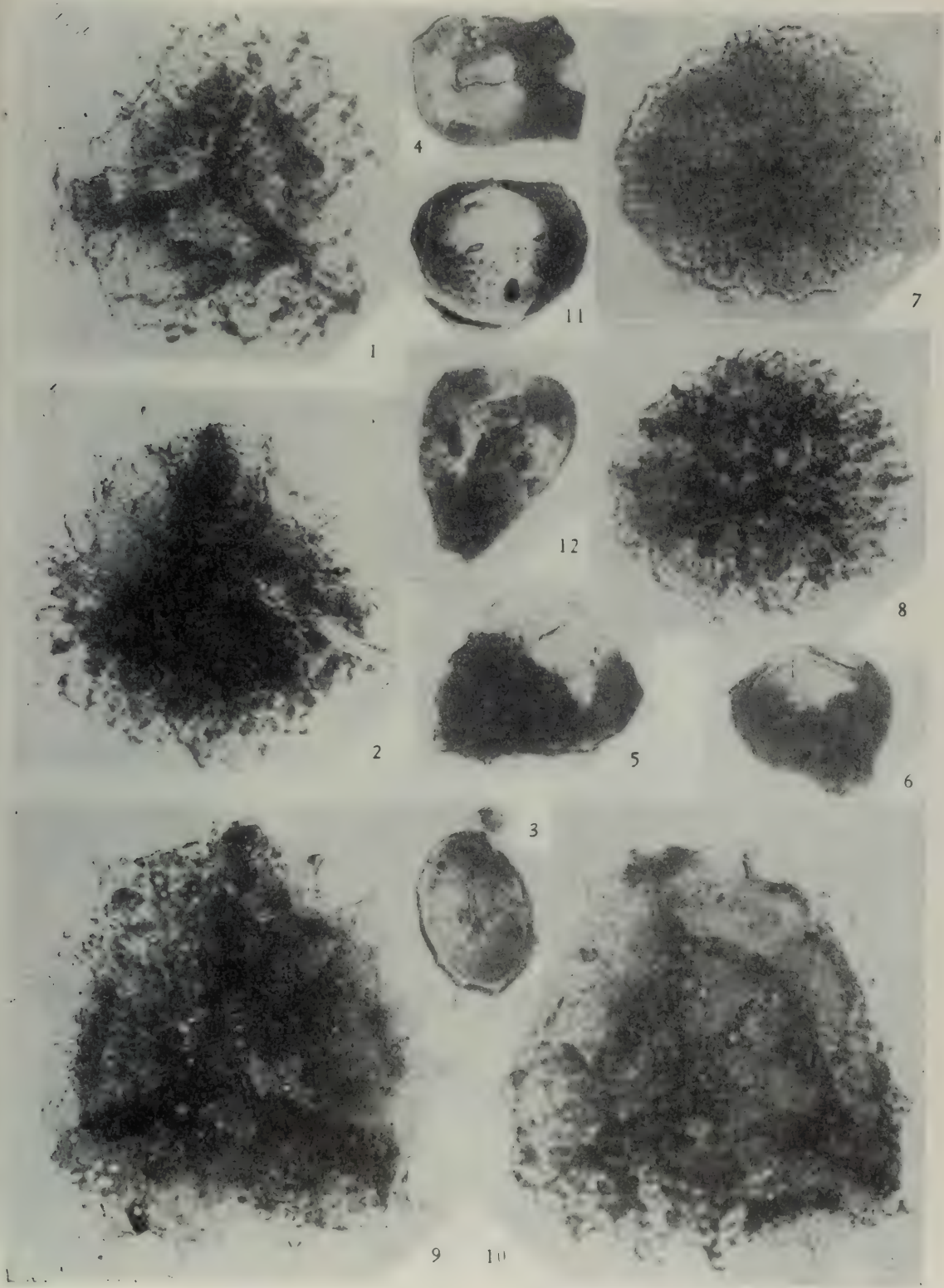






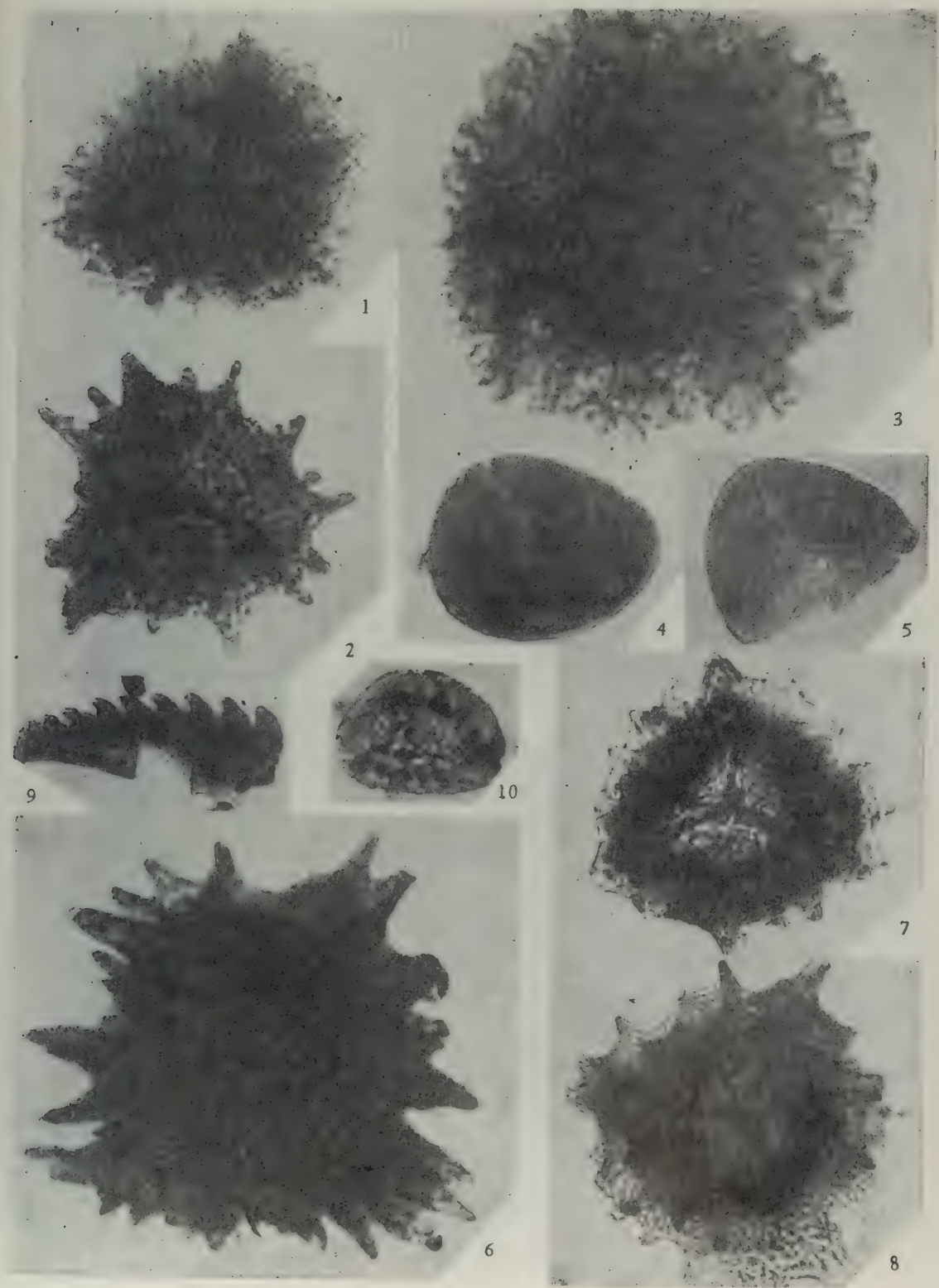


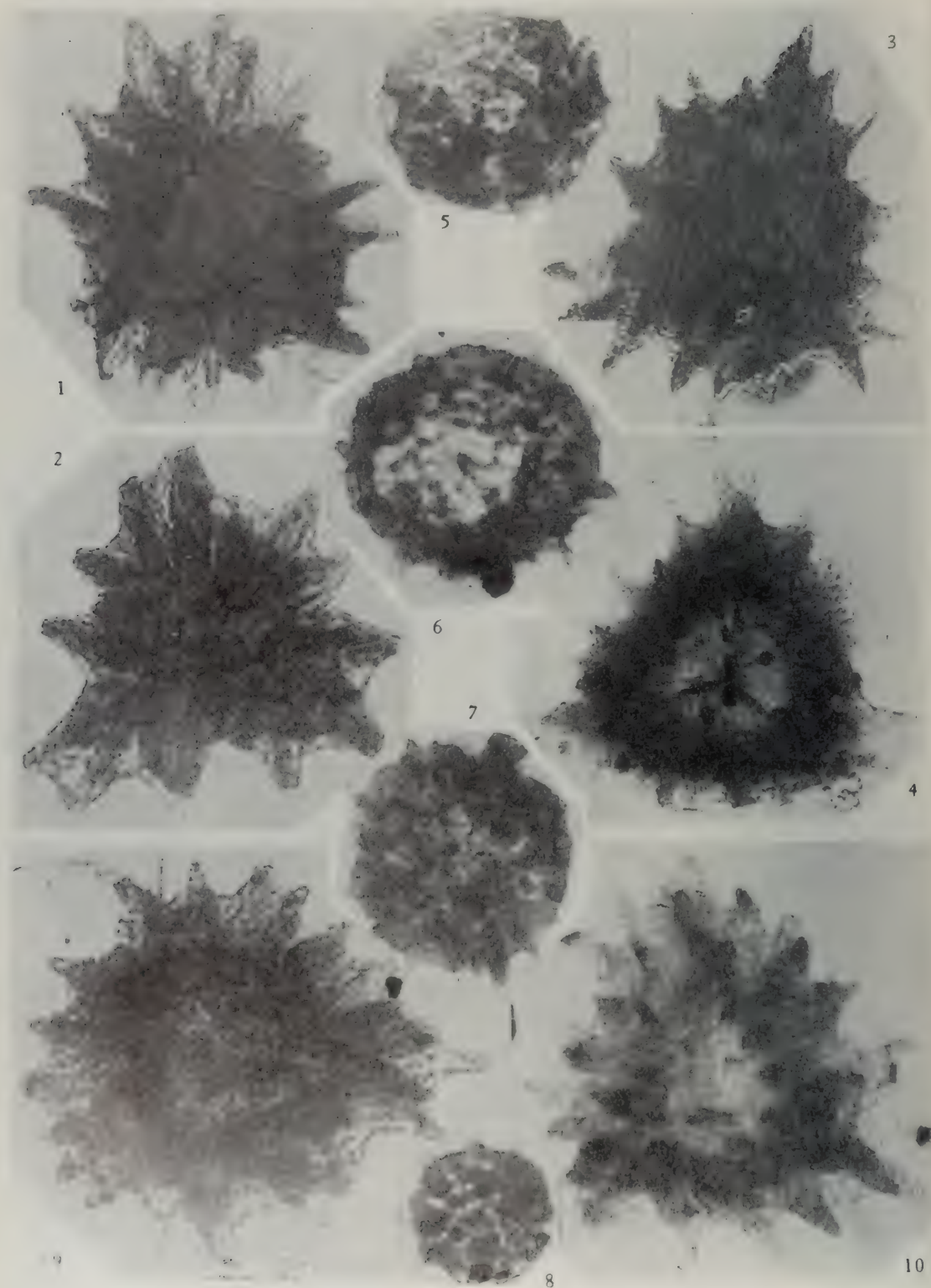




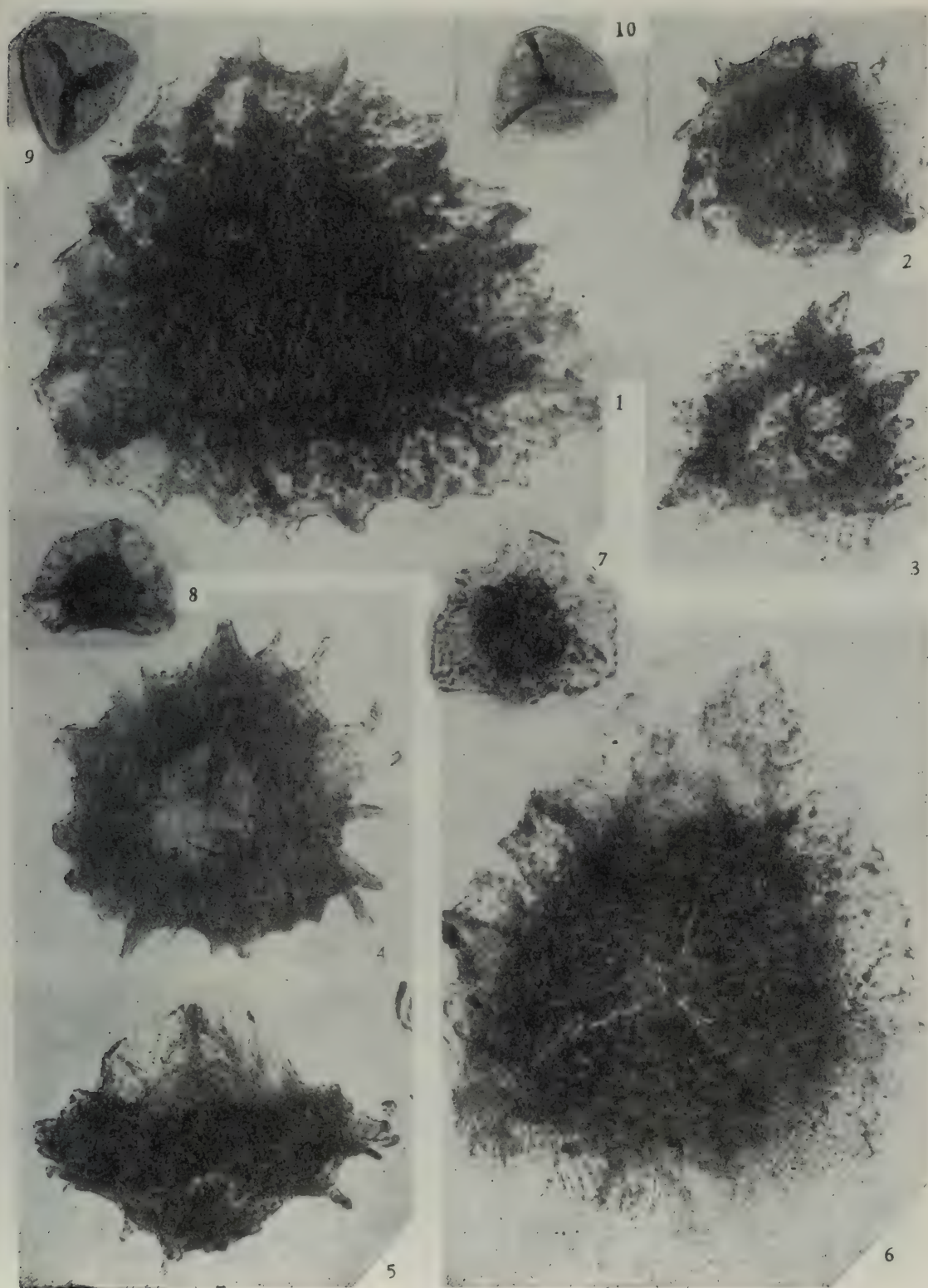


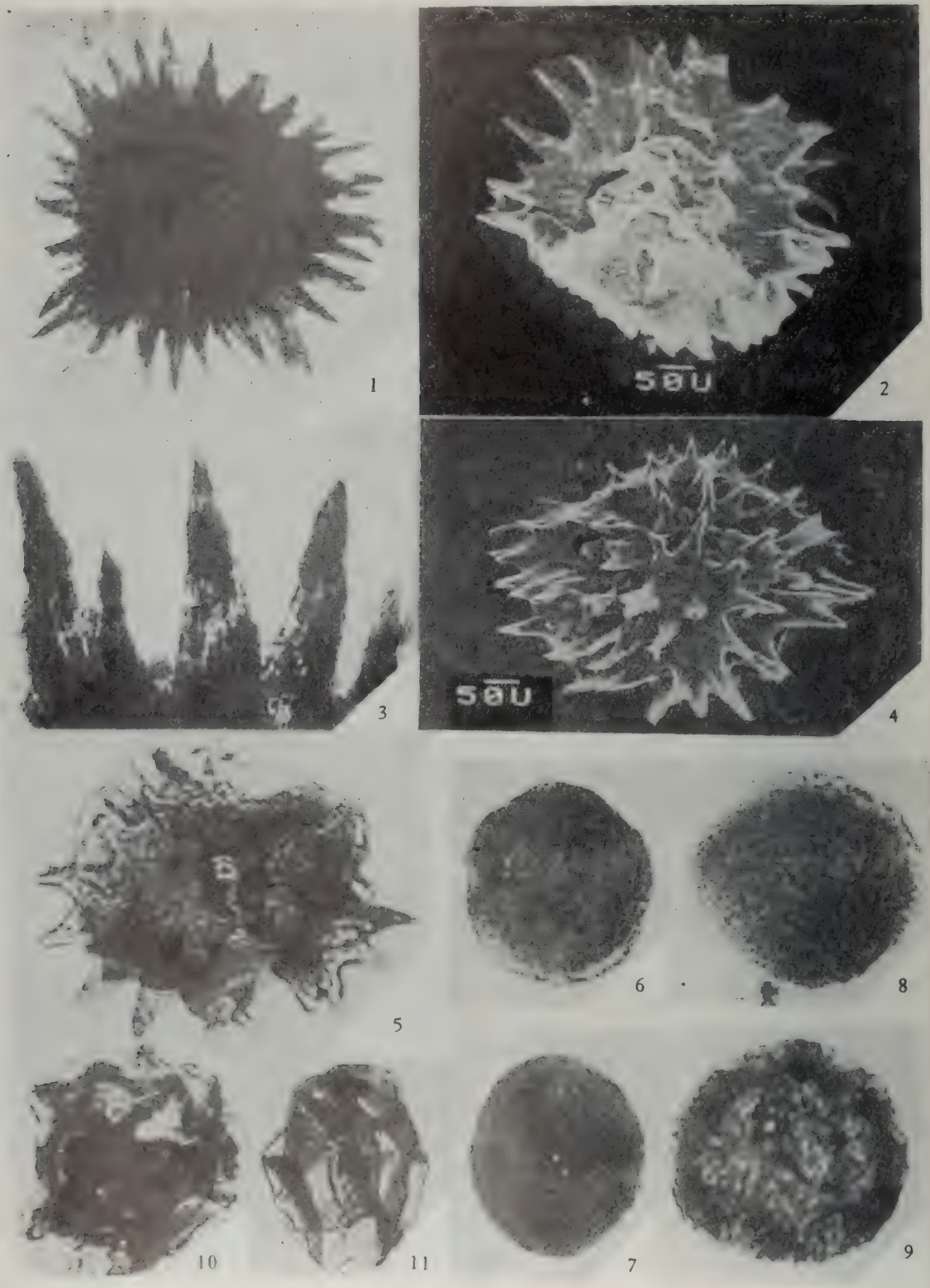




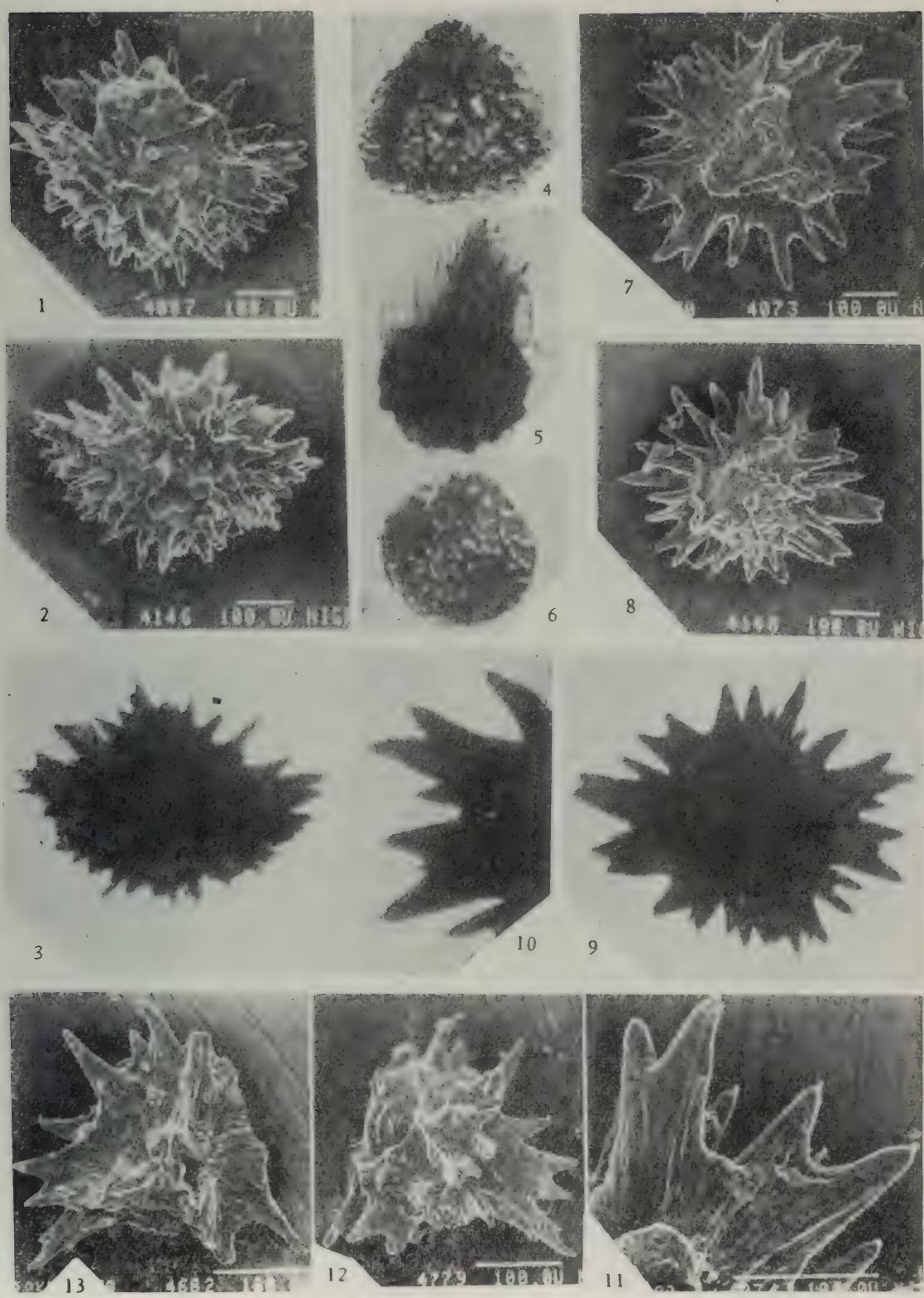


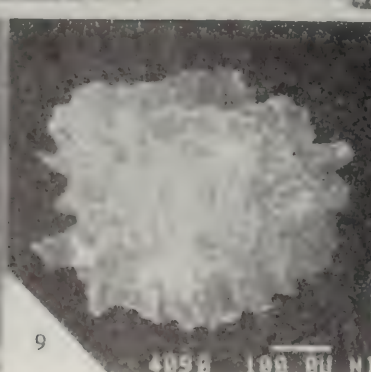
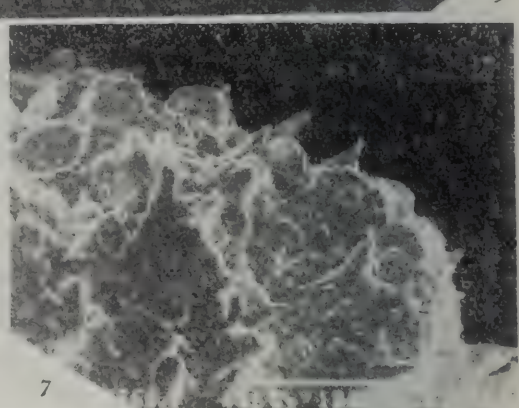
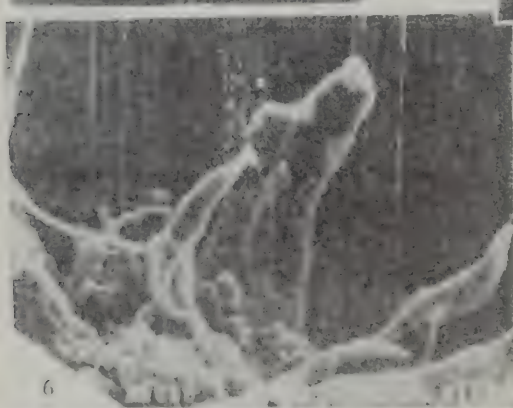
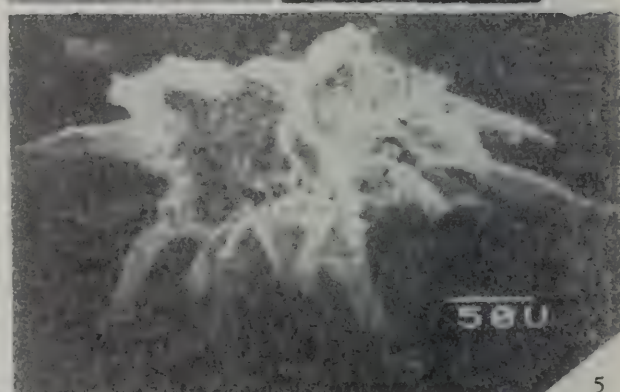
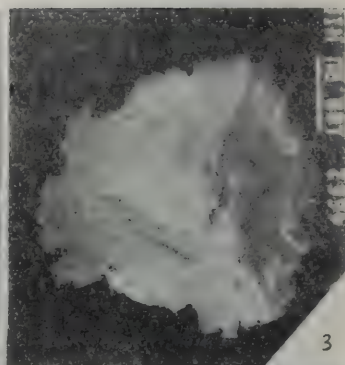
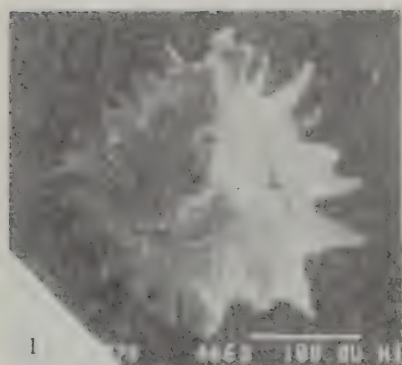




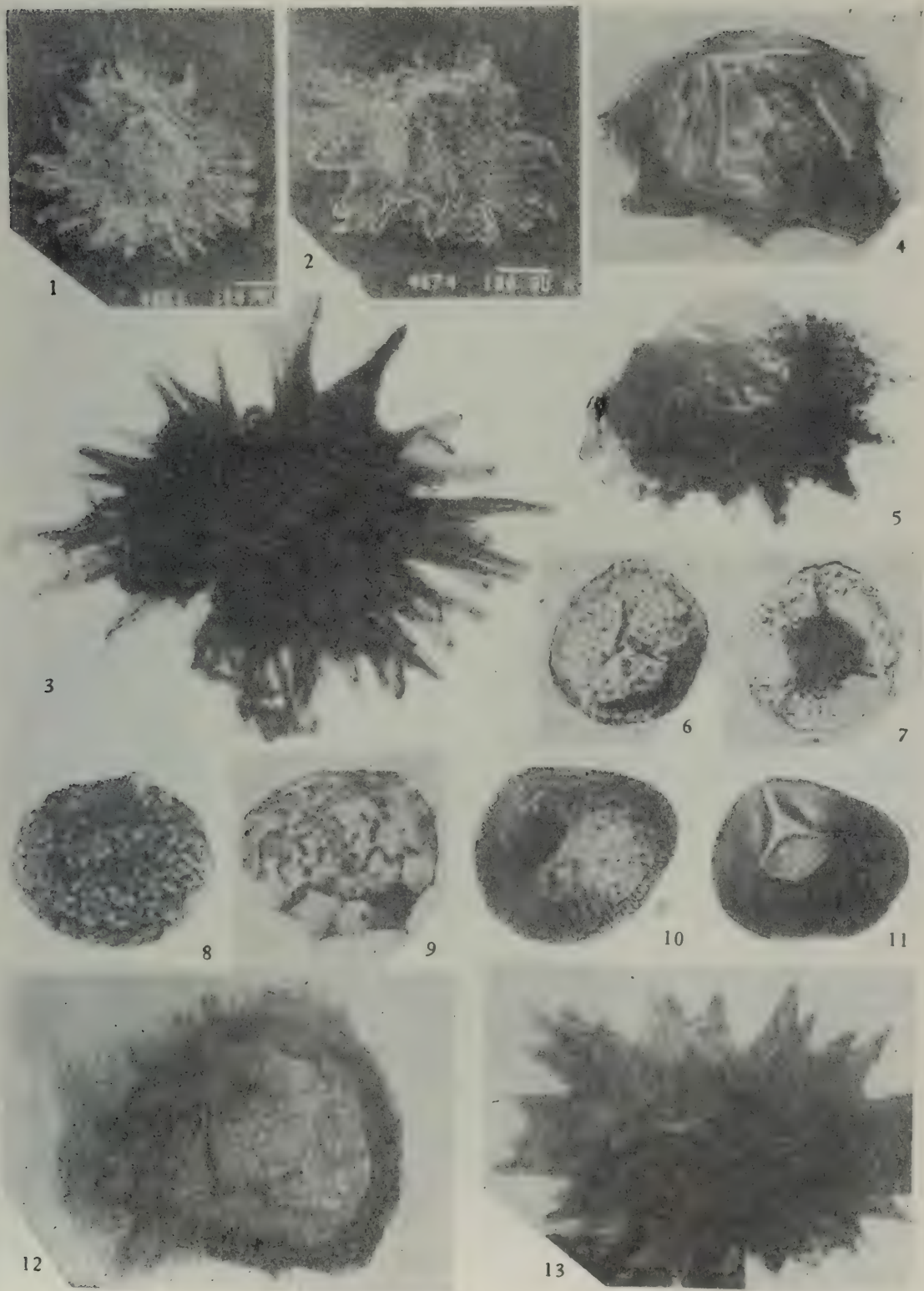


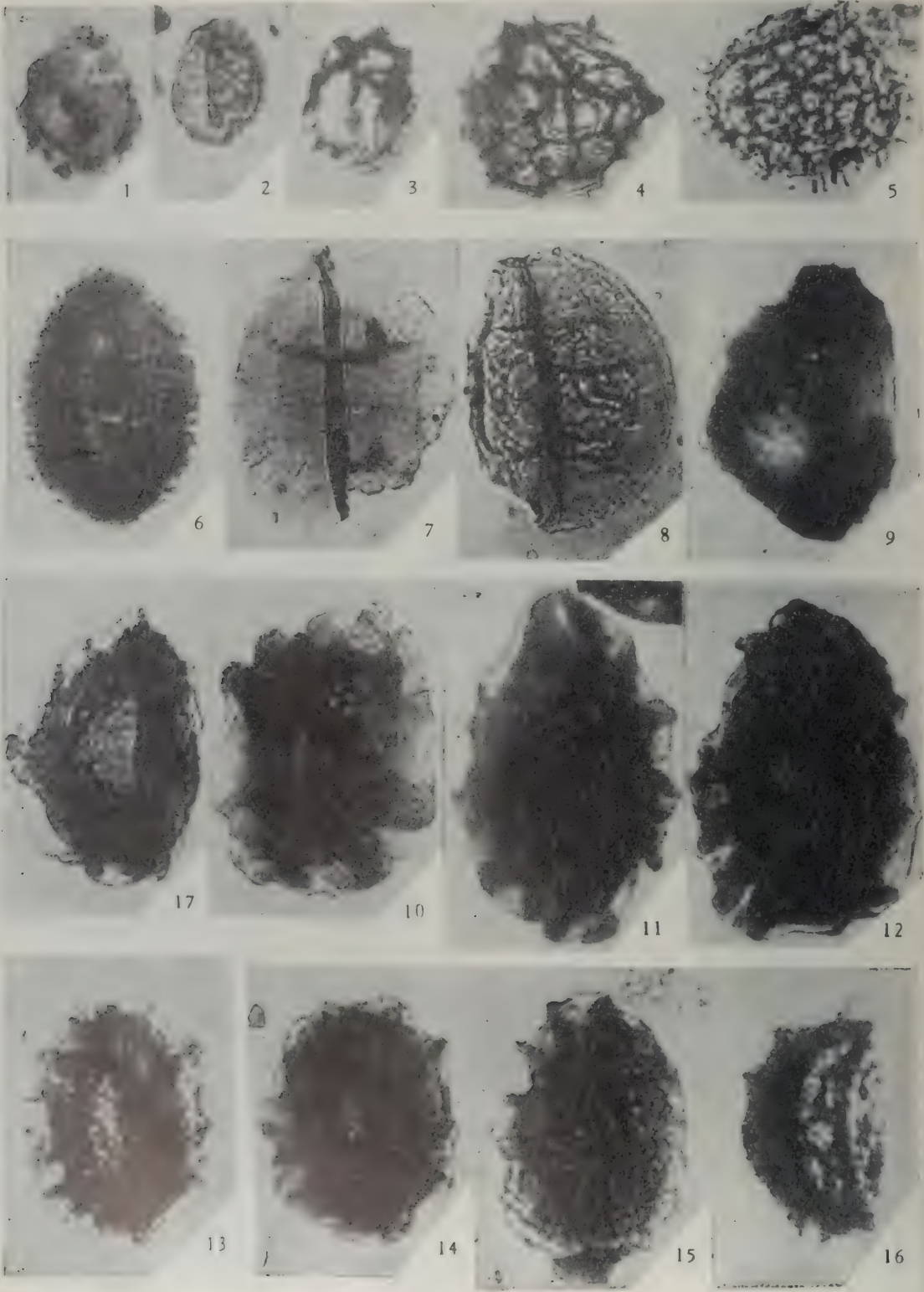














# 广西南丹早石炭世王佑组介形类 动物群及其生态探讨

王 尚 启

(中国科学院南京地质古生物研究所)

## 一、前 言

本文研究的硅化介形类材料,系广西壮族自治区区域地质调查队殷保安和南京地质古生物研究所阮亦萍于1982年采自广西南丹巴平早石炭世王佑组牙形刺 *Siphonodella sandbergi* 带和巴定牙形刺 *S. sulcata* 带。计30属,2亚属,64种和2亚种,其中包括1新属 (*Paragerodia*), 15新种, 2新亚种和15未定种。根据产自巴平和巴定早石炭世王佑组介形类动物群的不同组合特征,它们分别被归为图林根生态型 (*Thüringian ecotype*) 和图林根-足虫混合生态型 (*Thüringian-Entomozoan ecotype*)。这些介形类生态型在中国的发现,为今后划分、对比该时代的地层和古地理的再建提供了重要的生物依据。

## 二、地 层 简 介

**南丹巴平剖面** 本剖面位于南丹县芒场公社巴平东约1 km处。王佑组由灰色扁豆状或小透镜体状灰岩组成,间夹黄色泥岩,厚3.6m。其上为黑色薄层至中层状结晶灰岩,含硅质结核(未命名),其下的代化组为灰色泥质灰岩(王成源、殷保安,1984, 227页,插图2)。介形类化石发现在王佑组上部约1m厚的范围内。在这一介形类动物群中(表1),除新属 *Paragerodia* 外,其余属在欧洲等地均有报道。*Paragerodia* 虽为新属,但类似的分子已见有记载 (Becker 1982, p.131, pl. 8, figs. 1—4, 20—23)。组成这一介形类动物群的种,特别是优势种,如 *Kirkbya magna*, *Rectonaria muelleri*, 大部分也是已知种。某些种虽然是新的,但它们有些特征常与某些已知种很相似,如新种 *Triplacera oblonga*, 除侧视前端相对较窄且较圆突外,其余特征与产自民主德国晚泥盆世的 *T. neolongata* (Blumenstengel, 1979) 几近一致。通过上述分析表明,这一介形类动物群与通常见到的底栖介形类动物群不同,地方色彩不浓,从而能够进行较大范围,甚至洲际间的对比。

在本介形类动物群中,除新种外,包括时代跨度较大的种和延限较短的种两部分。延限较长的种有 *Microcheilinella? digitulistriata*, 此种最早被报道自加拿大西部上泥盆统弗拉斯阶; *Bairdia kelleri* 和 *B. petiniana* 1953年由 Egorov 报道自苏联俄罗斯地台晚泥盆世弗拉斯期; *Rectonaria muelleri* 和 *R. inclinata* 产自欧洲上泥盆统法门阶上部,并上

延到下石炭统维宪阶; *Tricornina communis* 在欧洲常见于上泥盆统法门阶和下石炭统菊石 *Gattendorfia* 带; *T. triquetra* 和 *Absina (Absina) ventrorostrata* 产于欧洲上泥盆统法门阶上部的介形类 *hemisphaerica-dichotoma* 带和下石炭统菊石 *Gattendorfia* 带。某些种虽延限较长,但自石炭纪以后才开始出现,如 *Kirkbya magna* 在北美和欧洲主要产自上石炭统;类似的种 *K. permiana* (施从广, 1982, 309 页, 图版 I, 图 1) 则发现自我国西藏聂拉木县早石炭世亚里组的下部; *Amphissites centronotus* 在欧洲和北美自下石炭统下杜内阶开始出现,见于整个石炭系,甚至延伸到二叠系; *Bairdia transiva* 产自苏联北乌拉尔山西坡下二叠统。通常延限较短的种则有 *Aurigerites obernitzensis*, 此种在欧洲等地产自 *Gattendorfia* 带到维宪阶; *Bairdia korzenewskajae* 和 *Bairdiacypris cylindrica* 则见于苏联俄罗斯地台等地早石炭世地层。这一介形类动物群中的 *Healdia ratra*, *Acratia cooperi*, *Paraberounella saalfeldensis* 和 *Microcheilinella bushminae*, 除最后一个种外,就目前所知均产自民主德国图林根 (Thüringen) 地区 *Gattendorfia* 带,其中尤以 *H. ratra* 最为特征,此种右壳前端上部具有一向上且微向后伸出的刺。关于 *M. bushminae*, 虽目前仅知产自波兰圣十字山区 *Gattendorfia* 带,但其地层价值尚有怀疑。鉴于本介形类动物群中种的地层分布特征,即有些种自上泥盆统开始出现,通过泥盆系与石炭系之间的界线进入到下石炭统,有些种则自下石炭统开始出现,并可能向上延伸到更高层位,两者共生于下石炭统,特别是 *Gattendorfia* 带,加之某些种至今只知产自本带,故本文认为将产有本介形类动物群的地层与欧洲早石炭世 *Gattendorfia* 期的地层进行对比是可行的。

**南丹巴定剖面** 本剖面位于南丹县六寨公社巴定村。王佑组由瘤状泥质灰岩组成,厚约 2m。其上为黑色泥岩(未命名),其下的代化组为灰色薄层到中层状泥质灰岩(王成源、殷保安, 1984, 227 页, 插图 2)。产自此剖面王佑组的介形类是 *Richterina (Richterina) latior* 和 *Triplacera oblonga cuneiformis* (sp. et subsp. nov.)。 *R. (Richterina) latior* 是浮游介形类 *latior* 带的带化石。此介形类带在世界上分布广泛,是下石炭统底部的标志带之一,并可大致与菊石 *Gattendorfia* 带对比。

### 三、古生态分析

古生态的研究,对于了解古环境、恢复古地理是十分重要的。古生态还与沉积矿床的形成和分布密切相关。因此,对古生代介形类生态的研究,也就越来越受到重视,近二十年来已获得很大的进展。

1970 年,Becker 通过研究联邦德国艾菲尔山区中泥盆统六个生境(biotope)的介形类动物群,区别出六个不同的介形类组合。这六个生境分别是潟湖(lagoon),礁后(back-reef),礁核(reef-core),礁前(fore-reef),单体珊瑚和腕足类带(zone of solitary corals and brachiopods)。

1975 年 Bandel 和 Becker 系统报道了古生代介形类的三种生态型,即艾菲尔生态型(Eifelian ecotype),又称浅水型;图林根生态型(Thüringian ecotype),又称海盆型;足虫生态型(Entomozoan ecotype),又称浮游型(Pelagic type)。

1983 年, Bless 通过对分布于比利时 Brabant Massif 周围的晚泥盆世和石炭纪地层



及所含介形类动物群的研究,提出四种环境区 (environmental realm) 的划分方案,即非海区 (non-marine realm), 近岸海区 (marine near-shore realm), 远岸浅海区 (marine shallow off-shore realm) 和海盆区 (marine basin realm)。

另外, Lethiers 等 (参见 Bless, 1983, pp. 33, 34) 根据相与介形类动物群的关系,也作了类似的古生境的划分。

产自南丹巴平早石炭世王佑组的介形类动物群与 Becker (1970) 研究的艾菲尔山区中泥盆统的介形类动物群的环境完全不同,然而与 Bless (1983) 划分的四种环境区,或 Bandel 和 Becker (1975) 报道的三种生态型的介形类动物群之间,由于产出环境存在着相似性,故在此进行比较如下:

出现在南丹巴平王佑组瘤状或扁豆状灰岩中的介形类动物群,一般认为主要营底栖或底栖游移生活,其中速足目类 (podocopids) 在种的数量和壳体的数量上分别约占总数的 81% 和 80% (表 1), 占绝对优势。速足目类包括刺状的和光滑的两种类型。刺状类型的有: gerodiids (如 *Baschkirina*); berounellids (如 *Berounella*); tricorninids (如 *Tricornina*, *Ovornina*); bythocytherids (如 *Monoceratina*, *Paraberounella*); pachydomeilids (如 *Triplacera*); bairdiids [如 *Bairdia subcurta* (sp. nov.), *Bairdiella*, *Bairdianella*, *Paragerodia* (gen. nov.)]; bairdiocypridids (如 *Praepilatina*; *Rectonaria*<sup>1)</sup>)。光滑类型的有: pachydomeilids (如 *Microcheilinella*); bairdiocypridids (如 *Healdianella*); bairdiids (如 *Bairdia*, *Acratia*, *Fabalicypis*, *Bairdiacypris*)。光滑种和刺状种分别占速足目类总数的 54% 和 46%, 但壳体数量后者则占优势。出现在本介形类动物群中的,除速足目类外,还有圆足目类 (meracopids) 的 healdiids, 如 *Healdia*, *Aurigerites*, 这两个属都是刺状类型的;古足目类 (palaeocopids) 的主要分子是 kirkbyaceans, 如 *Kirkbya*, *Amphissites*; 丽足目类 (myodocopids) 仅有两属和 1 亚属: *Discoidella*, *Absina* (*Absina*)。

上述介形类动物群与 Bless 划分的远岸浅海区的比较,虽两者都以速足目类为主,但前者不仅具有光滑类型的,而且还具有刺状类型的 (在种的数量上光滑类型的稍占优势,而在壳体数量上刺状类型的则更为丰富),特别是 *Triplacera*, *Rectonaria*, berounellids, tricorninids 和 bythocytherids 的出现,而后者一般为光滑类型的 (*Bairdia*, *Acratia*, *Bairdiacypris* 和 *Bairdiocypris*), 刺状类型的代表则主要是古足目类的 paraparchitaceans (*Shishaella*, *Shivaella*); *Pseudoleperditia* 在前者中缺失,但在后者中则为常见分子;前者除少数种壳体相对较大外,其余壳体均很小,一般都不超过 1mm,而后者壳体均较大,通常都在 1mm 以上。因此,将本动物群划归 Bless (1983) 的远岸浅海区的或 Bandel 和 Becker (1975) 的艾菲尔生态型 (包括 Bless 的近岸海区和远岸浅海区的两种生态类型) 显然是不合适的。

关于海盆区的介形类动物群特征, Bless 的叙述是不详细的,他只笼统指出有两种组合类型,一种是由营浮游生活的、薄壁的且具指纹状装饰 (finger-print) 的 entomozoans 组成;另一种是由营底栖或底栖游移生活的介形类组成,包括刺状的或光滑状的 bairdiaceans 及其它具有显著装饰的、刺状的介形类。Bandel 和 Becker (1975) 将海盆区的介形

1) 本属原为 *Rectonariidae* 的典型属 (Blumenstengel, 1965), 后来 (Becker, 1982) 此科被取消,除本属外,其余属被划归其它科,本属归于何科,未定。

类动物群划为图林根生态型(当时归它为远岸较深水型, 1980年后, Becker 归它为海盆型)和足虫生态型。图林根生态型主要由底栖或底栖游移介形类组成, 包括刺状的和光滑状的两种类型, 刺状的有 *rectonariids*, *beecherellids*, *gerodiids*, 某些 *pachydomellids* 和某些 *bairdiids*; 光滑类型的有 *bairdiocyprids*, *pachydomellids* 和 *bairdiids* (Gooday et Becker, 1979)。足虫生态型与 Bless(1983) 的第一种组合类型相同。产自南丹巴平王佑组的硅化介形类动物群与图林根生态型的硅化介形类动物群比较, 除 *beecherellids* 缺失外, 其余均已发现。关于 *beecherellids*, 由于其时代分布仅限于志留纪和泥盆纪, 故在本介形类动物群中缺失是正常的。在本介形类动物群的组成上, 也就是目一级之间和刺与光滑类型之间的比例关系上, 与图林根生态型比较也是大致接近的。现以欧洲卡尔尼克阿尔卑斯 (Carnic Alps) 古生代(志留纪到早石炭世) 远洋灰岩 (pelagic limestones) 中的介形类动物群(图林根生态型)为例 (Bandel und Becker, 1975): 其中速足目类占 72%, 古足目类占 11%, 平足目类 (*platycopids*, 包括 *kirkbyaceans*, *paraparchitaceans*——Becker 的分类)占 5%, 圆足目类占 5%, 其余占 7%; 刺状和具有装饰的类型占 70%。两者介形类动物群间组成上的微小差异仅在于王佑组的速足目类种占总数的 80% 以上, 卡尔尼克阿尔卑斯远洋灰岩中的速足目类种占总数的 72%; 王佑组中的刺状或具有装饰的种占总数的 56%, 卡尔尼克阿尔卑斯远洋灰岩中的刺状或具有装饰的种占总数的 70%。这可能与两地介形类动物群产出的地质时代不同有关, 因为古足目类在泥盆纪及以前的地质时代最为繁盛, 速足目类则在泥盆纪及以后的地质时代才发展得更为多样化, 而古足目类一般都具有装饰。产自王佑组的介形类动物群, 壳体通常较小, 大多数都在 1mm 之内, 组成图林根生态型的介形类动物群, 如卡尔尼克阿尔卑斯、民主德国图林根地区的 (Gründel, 1961, 1962; Blumenstengel 1965, 1979) 也是如此, 与组成艾菲尔生态型或与产自近岸海区和远岸浅海区的多为大个体的介形类动物群形成对照。

通过上述分析比较表明, 产自南丹巴平王佑组的介形类动物群特征与图林根生态型基本上是一致的, 故归于图林根生态型是合适的。

至于本介形类动物群中的 *berounellids*, *tricorninids*, *healdiids* 和 *bythocytherids*, 也是图林根生态型的主要组成分子 (Bandel und Becker 1975; Gründel 1961, 1962; Blumenstengel 1965, 1979); *kirkbyaceans*, *Discoidella* 为广海型, 即既能生活在浅海区, 又能生活在海盆区; *Kozłowskiella*? sp. 1, *Shishaella* cf. *mackinneyi* 和 *Coryellina* sp. 1, 个体极少, 可能是原地埋藏, 也可能是异地埋藏的; *Absina* (*Absina*) 生活于远岸浅海区到海盆区。

图林根生态型, 起初 (Bandel und Becker, 1975; Gooday and Becker, 1979) 认为是远岸较深水环境的, 目前一般都认为主要是海盆环境的 (Becker, 1981, Bless, 1983)。尽管如此, 这种生态型在分布上还是比较局限的, 只分布在海盆较浅的水域里 (足虫生态型通常占据着海盆深水部分)。它所处的环境是宁静的或低能的和贫氧的 (Bless, 1983)。构成这种生态型的介形类个体普遍较小, 壳壁较薄以及铰合构造简单或较弱, 可能是生活在这种环境下的特化现象, 象产自南丹型地层的薄壳类型的瓣鳃类等那样 (王尚启等, 1982)。它们保存在灰岩、瘤状灰岩或扁豆状灰岩中, 为次生交代硅化壳体。

前面已经提及, 国外学者认为图林根生态型代表着一种盆地环境, 但盆地的确切水



(Stratigraphic ranges of Ostracodes from the Early Carboniferous Wangyou Formation in Nandan of Guangxi)

[illegible]

续 表

|                                                       | 化石采集号(ADM) |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 属种名称                                                  | 壳瓣数量       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| <i>Bairdiella? dubia</i> (sp. nov.)                   |            |   |   |   |   |   |   | 1 |   |    |    |    |    |    |    |    | 2  |
| <i>Bairdianella obesa</i> (sp. nov.)                  |            |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    | 2  |    | 1  |    |    |    |
| <i>Acrastia paracooperi</i> (sp. nov.)                |            |   |   |   |   | 2 |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>A. cooperi</i>                                     | 6          |   |   | 6 | 4 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1  | 3  | 1  | 5  |    |    |    | 4  |
| <i>A. introstrata</i> (sp. nov.)                      |            |   |   |   |   |   |   | 1 |   |    |    |    |    | 2  |    |    | 2  |
| <i>A. cf. mayselae</i>                                |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2  | 3  |    |    |    |    | 1  |
| <i>Paragerodia spinosa</i> (gen. et sp. nov.)         |            |   |   |   | 3 |   | 2 | 6 | 3 | 7  | 11 | 2  | 8  | 2  | 2  | 1  |    |
| <i>P. subtrapezoidalis</i> (gen. et sp. nov.)         | 2          |   | 1 |   |   |   |   | 2 | 1 |    | 1  | 2  | 2  |    |    |    |    |
| <i>Famenella subreniformis</i> (sp. nov.)             |            |   |   |   |   |   |   |   |   | 2  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Tricornina communis</i>                            |            |   |   |   |   |   | 2 | 1 | 1 |    | 1  | 2  | 2  |    | 2  |    | 3  |
| <i>Ovornina</i> sp. 1                                 |            |   |   |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    | 1  |    |    |    |
| <i>Monoceratina bicostata</i> (sp. nov.)              |            |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    | 1  |
| <i>M.</i> sp. 1                                       |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | 1  |
| <i>Paraberounella saalfeldensis</i>                   |            |   |   |   |   |   |   |   | 2 |    |    |    | 1  |    |    |    | 1  |
| <i>P. cuneata</i>                                     |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    |
| <i>P.?</i> sp. 1                                      |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    | 1  |
| <i>P.</i> sp. 2                                       |            |   |   |   |   |   |   | 1 |   | 1  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Berounella suboblonga</i> (sp. nov.)               |            |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Absina</i> ( <i>Absina</i> ) <i>ventrorostrata</i> | 2          |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Discoidella tuberculata</i> (sp. nov.)             | 7          |   | 1 |   |   |   | 6 | 1 | 8 | 1  | 4  | 8  | 1  | 5  | 1  | 2  | 3  |

深,目前尚无定论。产自南丹巴平王佑组的介形类动物群,保存在瘤状或扁豆状灰岩中,伴生的主要是牙形刺。据笔者分析,这种海盆不是真正的大洋盆地,而是陆棚上的相对水较深的凹陷部分,或称凹槽(王尚启等,1982;王尚启,1986)。陈志明等(1983)也认为本区的“瘤状灰岩(或扁豆状灰岩)总是产在台槽相(台地上的凹槽,笔者注)沉积环境中,可作为台槽相一个较可靠的标志。……根据岩石组合、原生沉积构造及生物组合等综合特点,台槽相是相当于陆棚浅海较深水环境形成的产物,它与碳酸盐台地相有显著的区别”。

图林根生态型的介形类动物群主要营底栖生活。装饰类型的种可能生活在海底表层;光滑类型的可能是穴居的;具有长侧刺类型的可能是游泳的且能长时间地停留在海底之上;小壳上具有后腹刺的类型,如 *Baschkirina*, 后腹刺可能使身体得到平衡(Bandel und Becker, 1975)。据推测,这一生态型主要围绕着古赤道分布(Bless, 1983)。

南丹巴定王佑组瘤状或扁豆状灰岩中仅发现介形类两个种,即 *Triplacera oblonga cuneiformis* (sp. et subsp. nov.) 和 *Richterina* (*Richterina*) *latior*。一般地说,前者为图林根生态型的代表,后者为足虫生态型的代表,组成图林根-足虫混合生态型。由于还伴生有牙形刺、菊石等浮游类型化石,表明这种混合生态型可能是海盆环境的产物,确切地说是陆棚洼地或凹槽环境的产物。

最后要说明一点,即产自南丹巴平王佑组的介形类动物群的一些统计数据,一方面由于样品是非定量分析的,另一方面由于挑选出来的标本通常是较好的,而保存较差的未统计,故不是很精确的,仅供参考。



## 四、系统描述

介形类亚纲 Subclass Ostracoda Latreille, 1802

古足目 Order Palaeocopida Henningsmoen, 1953

瘤石介超科 Superfamily Beyrichiacea Matthew, 1886

瘤石介科 Family Beyrichiidae Matthew, 1886

小柯氏介属 Genus *Kozłowskiella* Pribyl, 1953

模式种 *Kozłowskiella kozłowskii* Pribyl, 1953

**属征** 壳体侧视呈近椭圆形到近方形。背边长、直；腹边外弯。两端圆或斜圆，前端通常更宽。背边下方具有两瘤，前瘤 ( $L_2$ ) 位置较低，后瘤 ( $L_3$ ) 位置较高。两瘤间发育一深的中槽 ( $S_2$ )，此槽自背边向下延伸，达到体中线；前槽 ( $S_1$ ) 窄，由中槽分叉而来且在前瘤的前方倾斜地向前延伸。缘膜脊发育，沿整个自由边延伸。壳面粗网纹状。两壳近等。铰合构造简单，左壳为铰脊，右壳为铰槽。

同种异形现象明显，雌性壳体较宽、大，腹中部膨胀，常超越腹边之下；雄性壳体较窄，无腹部膨胀。

**时代和分布** 泥盆纪，早石炭世(?)；欧洲，亚洲(?)。

小柯氏介? (未定种 1) *Kozłowskiella?* sp. 1

(图版 I, 图 1, 2)

**描述** 壳体较小，侧视近半圆形。背边长、直，稍短于壳体的最大长度，前背角微钝，后背角近锐。腹边强烈外弯。前端宽圆，后端较窄，斜圆。壳面具有两瘤，中瘤（原称前瘤， $L_2$ ）圆，突起较高，几呈圆锥形，被限于背边下方；后瘤 ( $L_3$ ) 长，上端呈锐刺状且突起超过背边；前瘤 ( $L_1$ ) 不明。中槽 ( $S_2$ ) 较宽且较浅，下端微加深，自背边向下延伸，达到体中线；前槽 ( $S_1$ ) 短、浅，背端与中槽相汇。缘膜脊发育，沿自由边延伸。壳面其余装饰不明。

**度量 (mm)**

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚      |
|------|-------|-------|-----|------|------|--------|
| 描述标本 | 94673 | ADM 9 | 左   | 0.58 | 0.35 | 约 0.20 |

**讨论** 当前标本，就瘤、槽、缘膜脊等发育程度而言，与 *Kozłowskiella* 属征接近，但壳面缺乏粗网纹装饰，故暂存疑归入此属。由于仅发现一单瓣且保存欠佳，因此目前尚难进一步鉴定到种。

**产地和层位** 广西南丹巴平，下石炭统王佑组<sup>1)</sup>。

1) 以下除注明者外，均产自相同地点和相同层组。

似无饰介超科 Superfamily Paraparchitacea Scott, 1959

似无饰介科 Family Paraparchitidae Scott, 1959

娇柔介属 Genus *Shishaella* Sohn, 1971

马氏娇柔介(比较种) *Shishaella* cf. *mackinneyi* Sohn, 1972

(图版 I, 图 3—6)

Cf. 1972 *Shishaella mackinneyi* Sohn, p. B9, pl. 10, figs. 1—33.

**描述** 壳体小,侧视近椭圆形到近卵形。背边直,约为壳体最大长度的  $2/3$ ,前、后背角钝;腹边强烈外弯,中部偏前到前  $1/3$  处最剧烈。两端圆,前端显著宽于后端。壳体前  $1/3$  处最宽,近体中线最长。背视,两侧凸起中等,呈长卵形或长椭圆形,近中部最厚。左壳大,沿自由边缘叠覆右壳,前端叠覆较窄,其余叠覆中等;在铰合部分右壳超出或叠覆左壳。在右壳后背区发育一刺,其余壳面光滑。

**度量 (mm)**

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94674 | ADM 7 | 整   | 0.65 | 0.45 | 0.33 |
|     | 94675 | ADM 7 | 左   | 0.98 | 0.65 | 0.33 |

**比较** 当前标本个体大小和外形特征与美国得克萨斯州西部上密西西比统 *Shishaella mackinneyi* 的幼年个体相似,而不同于其成年个体。由于标本少,个体发育不明,故暂定为后者的比较种。

原始型介超科 Superfamily Primitiopsacea Swartz, 1936

乌尔弗特介科 Family Urftellidae Becker, emend. Wang, 1979

普里拜尔介亚科 Subfamily Pribylitinae Pokorný, emend. Wang, 1979

科氏介属 Genus *Coryellina* Bradfield, 1935

科氏介(未定种 1) *Coryellina* sp. 1

(图版 I, 图 7, 8)

**描述** 壳体较小,侧视近半圆形。背边长、直,微短于壳体最大长度,前、后背角钝;腹边显著外弯,中部近直。前端圆;后端斜圆,下部向着腹边微斜截,窄于前端。壳体近中部最宽,近体中线最长。背视,壳侧强烈凸起,呈楔形,背边薄,向着腹方逐渐增厚,腹中部到后端中部最厚。端视,近三角形,近腹边最厚,背边最薄。中槽 ( $S_2$ ) 发育,自背边中部偏前向下延伸,限制在体中线的上方;前槽 ( $S_1$ ) 和中瘤 ( $L_2$ ) 存在,但均较模糊。缘膜刺短、小,位于后腹中部。边缘构造似为细脊状。

**度量 (mm)**

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94676 | ADM 12 | 左   | 0.90 | 0.55 | 0.35 |



**讨论** 由于仅发现一单瓣且保存欠佳，故难以进一步鉴定。本标本缺失后端边缘的围缘结节 (perimarginal tubercles)，可能为一雄性壳瓣。

### 克尔克贝介超科 Superfamily Kirkbyacea Ulrich et Bassler, 1906

#### 克尔克贝介科 Family Kirkbyidae Ulrich et Bassler, 1906

#### 克尔克贝介属 Genus *Kirkbya* Jones, 1895

#### 大克尔克贝介 *Kirkbya magna* Roth, 1929

(图版 I, 图 9—19)

- 1929 *Kirkbya magna* Roth, p. 16, pl. 1, figs. 2a, b.  
 1946 *Kirkbya magna*, Cooper, p. 105, pl. 16, fig. 35.  
 1978 *Kirkbya cf. magna*, Becker, S. 55, Taf. 4, Fig. 24a, b.  
 1983 *Kirkbya magna*, Sohn, p. 15, pl. 10, figs. 10, 11.

**描述** 壳体中等到较大，侧视近长方形。背边长、直，前、后背角发育，约  $90^\circ$ ；腹边外弯，中部近直。两端宽，微斜圆，通常后端更宽。壳体后  $1/3$  最宽，近体中线或体中线以上最长。背视，壳侧凸起中等到较大，近中央部分最剧，并向四周迅速减薄，与内缘脊间形成不明显的沟槽。外缘脊宽，自前背角向后延伸到后背角，与自由边大致平行；内缘脊宽，自前背角沿与外缘脊一致的方向延伸到后背角。内、外缘脊在前、后背角处相汇，有时形成背角刺。在壳侧中部偏下且微偏前方发育一坑 (kirkbyan pit)，小而清晰。其余壳饰为粗网纹和不规则的纵向细脊。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94680 | ADM 12 | 右   | 0.90 | 0.48 | 0.20 |
|     | 94681 | ADM 5  | 右   | 1.23 | 0.65 | 0.33 |
|     | 94682 | ADM 15 | 右   | 1.15 | 0.63 | 0.30 |
|     | 94683 | ADM 12 | 左   | 1.25 | 0.70 | 0.30 |

#### 双缘介科 Family Amphissitidae Knight, 1928

#### 双缘介属 Genus *Amphissites* Girty, 1910

#### 中饰双缘介 *Amphissites centronotus* (Ulrich et Bassler), 1906

(图版 I, 图 20—22)

- 1906 *Kirkbya centronota* Ulrich et Bassler, p. 159, pl. 11, figs. 16, 17.  
 1928 *Amphissites centronotus*, Knight, p. 259, pl. 32, figs. 6a—c; pl. 34, fig. 2.  
 1951 *Amphissites mosquensis* Posner, p. 65, pl. 13, figs. 5—7.  
 1961 *Amphissites centronotus*, Sohn, p. B118, pl. 7, figs. 8—10.  
 1962 *Amphissites blumenstengeli* Gründel, S. 68, Taf. 1, Fig. 10—12.  
 1977 *Amphissites (Amphissites) centronotus*, Sanchez de Posada, p. 416, pl. 2, figs. 9—11.  
 1978 *Amphissites centronotus*, Becker, S. 51, Taf. 2, Fig. 8, 9.  
 1981 *Amphissites blumenstengeli*, Olempska, p. 41, pl. 5, figs. 2a—c.  
 1982 *Amphissites centronotus*, 施从广, 310页, 图版 I, 图 4—6。

中瘤两侧的垂直脊在中瘤的上方相连接，形成背脊，与背边平行，背脊向前、后延伸，

在背角处与内、外缘脊相汇合；中瘤基部具有一中央坑。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94678 | ADM10 | 左   | 0.70 | 0.43 | 0.25 |

罗氏双缘介 *Amphissites robertsi* Morey, 1935

(图版 I, 图 23, 24)

- 1935 *Amphissites robertsi* Morey, p. 478, pl. 54, fig. 20.  
1961 *Amphissites robertsi* Sohn, p. 121, pl. 8, figs. 23—26.  
1975 *Amphissites robertsi*, Sohn, p. G6, pl. 3, figs. 46—51.

**描述** 壳体中等大,侧视近长方形。背边长、直,前、后背角近钝;腹边近直到缓和外弯,与背边近于平行。两端宽,近直或微圆,近于等宽。背视,壳侧凸起较小,近中部最厚。壳侧近中部具有一中瘤,小而清晰;中央坑显著,位于中瘤的后下侧。边缘脊不清;外缘脊宽,自前背角向后延伸到后背角,与自由边平行;内缘脊宽,沿与外缘脊一致的方向自前背角延伸到后背角。内、外缘脊分别在前、后背角处相汇合。在中瘤的前、后方各具有一垂直脊,前侧的较弱;两垂直脊在中瘤的背方相连接,形成背脊,与背边平行;背脊向两端延伸,在前、后背角处与内、外缘脊相汇合。壳面饰以较细的网纹。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号  | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94677 | ADM6 | 右   | 1.10 | 0.65 | 0.30 |

双缘介(未定种 1) *Amphissites* sp. 1

(图版 II, 图 1, 2)

**描述** 壳体较小或中等大,侧视近长方形。背边长、直,与壳体最大长度几近相等;腹边外弯,中部近直。两端宽,斜圆,近等或后端较宽。背视,壳侧凸起中等,单瓣呈半透镜形,近中部最厚。外缘脊窄,自前背角开始,沿与自由边相一致的方向向后延伸到后背角;内缘脊较宽,自前背角开始,向后延伸到后背角,与外缘脊平行。中瘤发育,自壳面逐渐突起,呈长卵形,其长轴与壳体的纵轴一致,除腹侧与壳面具有相对较明显的界线外,其余界线不显。在中瘤下侧基部具有一坑。背脊发育且与壳侧背边近于平行,其两端在前、后背角处与内、外缘脊相汇合。中瘤两侧各具有一垂直脊,前侧的发育较弱,后侧的发育显著,其下部向中瘤腹方弯曲;两垂直脊的背端与背脊相连。其余壳面网纹状。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号  | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94679 | ADM6 | 右   | 0.95 | 0.50 | 0.30 |



**比较** 本种与美国堪萨斯州下二叠统的 *A. centronota* (Ulrich and Bassler, 1906) 相似,其区别在于前者中瘤呈长卵形,除腹侧与壳面具有相对较明显的界线外,其余界线不显。由于仅发现个别单瓣,故未定种名。

**圆足目 Order Metacopida Sylvester-Bradley, 1961**

**赫鲁特介超科 Superfamily Healdiacea Harlton, 1933**

**赫鲁特介科 Family Healdiidae Harlton, 1933**

**赫鲁特介属 Genus Healdia Roundy, 1926**

**拉特尔赫鲁特介 Healdia ratra Gründel, 1961**

(图版 II, 图 3—7)

- 1961 *Healdia ratra* Gründel, S. 101, Taf. 5, Fig. 1, 2.  
1962 *Healdia ratra*, Gründel, S. 73, Taf. 1, Fig. 13, 14; Taf. 2, Fig. 1, 2.

**描述** 壳体较小,侧视近肾形。背边拱,中部偏前最剧,由此向前端倾斜明显,向后端倾斜较缓;腹边近直,中部缓和内凹。两端圆,通常后端较宽。壳体中部偏前最高,近体中线或体中线偏下最长。背视,两侧凸起中等到较大,呈尖卵形,前端薄,后端厚,近中部最厚。左壳大,沿周边叠覆右壳。

每壳后端各具两刺,分别位于后背端和后腹端,刺间由一弧形脊相连,后腹刺更为强大。前端刺薄,向后上方突起,但仅存在于左壳的前上端,右壳不发育。

**度 量 (mm)**

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94684 | ADM 12 | 整   | 0.55 | 0.35 | 0.30 |
|     | 94685 | ADM 10 | 整   | 0.70 | 0.38 | 0.30 |

**耳状介属 Genus Aurigerites Roundy, 1926**

**模式种** *Aurigerites texanus* Roundy, 1926

**属征** 壳体小,侧视近卵形。左壳大,沿自由边叠覆右壳。在每壳的后部各发育一马蹄形脊。前部无脊、无刺。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世;北美洲、欧洲和亚洲。

**上尼茨耳状介 Aurigerites obernitzensis Gründel, 1962**

(图版 II, 图 8—12)

- 1962 *Aurigerites obernitzensis* Gründel, S. 75, Taf. 2, Fig 10—12.  
?1981 *Aurigerites obernitzensis*, Olempska, p. 47, pl. 8, figs. 7a, b.  
?1982 *Necrateria* sp., 施从广, 312 页, 图版 1, 图 12。

**描述** 壳体较小,侧视卵形到近长方形。背边直到微拱,向前缓倾;腹边近直。前、后背角和前、后腹角发育,钝。两端宽圆,前端较窄。壳体后背角处最高,近体中线最长。背视,两侧凸起较大,且近于平行,呈长椭圆形,近中部最厚。内视,钙化内薄板缺失,铰合构

造简单。左壳大,沿自由边缘叠覆右壳;在铰合部分无叠覆,铰合线低于两壳的背边,呈槽状。在每壳的后中部各发育一马蹄形脊,在马蹄形脊与后端之间形成凹穴。其余壳面光滑。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94686 | ADM 11 | 左   | 0.60 | 0.40 | 0.23 |
|     | 94687 | ADM 10 | 整   | 0.70 | 0.43 | 0.35 |

### 速足目 Order Podocopida Sars, 1866

#### 女神亚目 Suborder Cypridocopina Jones, 1901

#### 巴尔德金星介超科 Superfamily Bairdiocypridacea Shaver, 1961

#### 小厚室介科 Family Pachydomellidae Berdan et Sohn, 1961

#### 微缘介属 Genus *Microcheilinella* Geis, 1933

#### 布氏微缘介 *Microcheilinella bushminae* Olempska, 1981

(图版 II, 图 13—19)

1981 *Microcheilinella bushminae* Olempska, p. 45, pl. 7, figs. 1a—d.

**描述** 壳体较小,侧视近卵形到近长方形。背边近直或微拱;腹边近直或微外弯。两端圆,近等或后端较宽。壳体近中部或中部偏后最高,近体中线最长。背视,两侧凸起较大,近厚楔形,后部微厚于前部,近后端最厚。两壳不等,左壳沿自由边强烈叠覆右壳,尤以腹部最剧烈;在背边无叠覆,左壳的背边高于右壳。铰合线直,低于两壳的背边,呈槽状。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94688 | ADM 7 | 整   | 0.58 | 0.30 | 0.30 |
|     | 94689 | ADM 7 | 整   | 0.50 | 0.30 | 0.30 |

#### 刺微缘介(比较种) *Microcheilinella cf. aculeata* Bushmina, 1975

(图版 II, 图 20—22)

Cf. 1975 *Microcheilinella aculeata* Bushmina, p. 44, pl. 2, figs. 11a, b.

Cf. 1981 *Microcheilinella aculeata*, Olempska, p. 45, pl. 7, figs. 2a—c.

**描述** 壳体较小,侧视近卵形。背边拱,向后倾斜;腹边近直或微外弯。两端圆,前端宽于后端。近前端最宽,近体中线最长。背视两侧强烈凸起,近卵形,最大厚度大约在后端中部。两壳不等,左壳沿自由边强烈叠覆右壳,尤以腹部最剧烈;在铰合部分,无叠覆,左壳背边高高地超出在右壳背边之上。铰合线直,低于两壳的背边,呈槽状。右壳后腹端具有一刺,短而小。其余壳面光滑。



度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94690 | ADM 8 | 整   | 0.38 | 0.29 | 0.25 |

**比较** 当前标本与苏联乌拉尔等地杜内阶和维宪阶的 *M. aculeata* 相比，后端较窄，前端较宽和两侧凸起相对较大，故可能为一新种。但由于标本较少，因此暂定为后者的比较种。

微缘介(未定种 1) *Microcheilinella* sp. 1

(图版 III, 图 1—3)

**描述** 壳体较小，侧视近卵形或近肾形。背边缓拱，中部近直；腹边近直，中部微内凹，与背边近于平行。前端圆；后端微斜圆，上部微斜截，与前端近于等宽。背视，两侧凸起较大，呈卵形，中部偏后最厚。后壳大，沿自由边叠覆左壳，叠覆中等宽；在背边，左壳背边高于或叠覆右壳。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94691 | ADM 6 | 整   | 0.48 | 0.25 | 0.25 |

**比较** 本标本在叠覆特征上与比利时早石炭世下部的 *M. inversa* (Rome, 1971) 相似，但外形不同：前者侧视壳体较瘦长，背视呈卵形；后者侧视壳体较短、高，背边强烈拱起，呈卵形，背视两侧凸起更大，呈短卵形。当前标本可能为一新种，但由于仅发现一个壳体，故暂作为本属的未定种为宜。

指纹微缘介? *Microcheilinella? digitulistriata* Lethiers, 1981

(图版 II, 图 23—27)

1981 *Microcheilinella? digitulistriata* Lethiers, p. 71, pl. 14, f gs. 133, 134.

**描述** 壳体中等大，侧视近肾形。背边强烈拱起，近中部最剧烈，由此向两端迅速下倾，后部更陡；腹边弯曲，中部微内凹到显著内凹。两端圆，近等或前端稍宽。壳体中部最高，体中线以下最长。背视，壳侧强烈凸起，单瓣呈半卵形，中部偏后最厚，并由此向前、后端和背、腹边迅速减薄。壳面饰以细的纵向条纹。内视，铰合构造不清；内薄板发育，但较窄，沿自由边内侧延伸，前端较宽，后端相对较窄。左壳(图版 II, 图 23)后上端和右壳(图版 II, 图 25)前上端分别有些破损。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94692 | ADM 5 | 右   | 0.73 | 0.43 | 0.65 |
|     | 94693 | ADM 4 | 左   | 0.70 | 0.40 | 0.65 |

**比较** 当前标本, 由于钙化内薄板比通常见到的 *Microcheilinella* 的分子更为发育, 加之壳面饰以纵向条纹, 因此是否应归入此属, 尚有疑问。与加拿大西部上泥盆统弗拉斯阶的 *M. ? digitulistriata* 比较, 当前标本后端相对较宽钝。

### 三面介属 Genus *Triplacera* Gründel, 1961

**模式种** *Triplacera triquetra* Gründel, 1961

**属征** 侧视, 近长方形、近三角形到近卵形。背部薄, 腹部厚, 横切面为圆三角形。两壳不等, 左壳大, 叠覆右壳。铰合线直, 有时低于两壳的背边, 呈槽状。壳体共有三刺, 其中两刺分别位于左、右壳的后腹部, 即后腹刺; 第三根刺仅出现在左壳的后背角处。钙化内薄板存在。

**讨论** Gründel (1961, p. 116) 建立 *Triplacera* 属时定义不太明确。1962 年他将此属进一步划分成 *T. (Triplacera)* 和 *T. (Necrateria)* 亚属时, 指明前者具有三刺, 其中两刺位于左壳, 即后腹刺和后背刺, 另一刺位于右壳的后腹部, 即后腹刺; 后者具有两刺, 分别位于左、右壳的后部。Blumenstengel (1965) 建立的 *Rectoplacera* 属, 在刺的发育、横切面特征以及钙化内薄板存在等方面与 *T. (Triplacera)* 的相同, 其区别仅在于后者侧视呈近三角形。笔者认为, 在它们的主要特征一致的情况下, 外形上的某些变化可视为种间差异, 因此本文建议取消 *Rectoplacera* 属。Gründel (1962) 划分的两个亚属, 已被后来的作者(如 Olempska, 1979; 施从广, 1982)分别提升为属, 即 *Triplacera* 和 *Necrateria* 是有效的, 并被本文采用。

下列种被归入本属 *Triplacera triquetra* Gründel, 1961, *T. elongata* (Blumenstengel), 1965, *T. elliptica* (Blumenstengel), 1965, *T. longicera* (Blumenstengel), 1965, *T. praecursa* (Blumenstengel), 1965, *T. robusta* (Blumenstengel), 1965, *T. dorsocerata* (Blumenstengel), 1979, *T. dorsoclinata* (Blumenstengel), 1979 和 *T. neoelongata* (Blumenstengel), 1979。

**时代和分布** 晚泥盆世—石炭纪; 欧洲和亚洲。

### 长方形三面介(新种) *Triplacera oblonga* (sp. nov.)

**描述** 壳体小, 侧视近长方形。背、腹边直, 近于平行。前、后端圆, 近于等宽或后端稍宽。壳体近后背角处最高, 体中线最长。背视, 两侧凸起中等或较大, 呈楔形到近长方形, 近后端最厚, 向着前端逐渐收缩, 前端最薄或两侧近于平行。端视, 呈圆三角形, 背边薄, 向着腹方逐渐增厚, 近腹边最厚。左壳大, 沿自由边叠覆右壳, 叠覆中等宽; 在铰合部分无叠覆, 左壳背边微高于右壳。铰合线直, 低于两壳背边, 呈槽状。壳体具有三刺, 一刺位于右壳的后腹部(后腹刺), 其余两刺分别位于左壳的后腹部(后腹刺)和后背角处。壳面光滑。

**比较** 本新种与民主德国上泥盆统的 *T. longicera* (Blumenstengel, 1965) 的区别在于前端上部不斜截, 壳体相对短高以及腹边近直且与背边平行; 与民主德国上泥盆统的 *T. neoelongata* (Blumenstengel, 1979) 的区别在于前、后端更为圆突和后端通常宽于前端。

**产地和层位** 广西南丹巴平和巴定, 早石炭世王佑组。



楔状长方形三面介(新种、新亚种) *Triplacera oblonga cuneiformis* (sp. et subsp. nov.)

(图版 III, 图 4—12)

本新亚种前端窄于后端;背视呈楔形,近后端最厚,向着前端逐渐收缩,前端最薄。其余特征与种一致。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94695 | ADM 12 | 整   | 0.65 | 0.43 | 0.35 |
| 副 模 | 94696 | ADM 11 | 左   | 0.65 | 0.43 | 0.23 |
|     | 94697 | ADM 10 | 右   | 0.60 | 0.35 | 0.23 |
|     | 94698 | ADM 16 | 右   | 0.60 | 0.40 | 0.23 |

产地和层位 广西南丹巴平和巴定,早石炭世王佑组。

长方长方形三面介(新种、新亚种) *Triplacera oblonga oblonga* (sp. et subsp. nov.)

(图版 III, 图 13—15)

本新亚种两端近于等宽,背视呈长方形,两侧近于平行和壳侧三刺发育相对较弱,并据以区别于新亚种 *T. oblonga cuneiformis*。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94699 | ADM 7 | 整   | 0.58 | 0.35 | 0.33 |

三角形三面介 *Triplacera triquetra* Gründel, 1961

(图版 III, 图 18—22)

1961 *Triplacera triquetra* Gründel, S. 116, Taf. 10, Fig. 3, 4; Taf. 14, Fig. 3.  
1979 *Triplacera triquetra*, Blumenstengel, Taf.4, Fig. 21—26.  
1979 *Triplacera triquetra*, Olempska, p. 130, pl. 28, figs. 1, 2.  
1981 *Triplacera triquetra*, Becker, S. 50, Taf. 10, Fig. 22.  
?1982c *Triplacera triquetra*, Becker, S. 331, Abb. 2, 11.

描述 壳体较小到中等大,侧视近三角形。背边近直,腹边缓和外弯。前端微圆,后端近直,宽于前端。壳体自后端向前端均匀而缓和地收缩。壳体近后背角处最高,体中线偏下最长。背视,两侧凸起强烈,呈厚楔形,近后端最厚。后视,呈三角形,背边较薄,腹边最宽。左壳大,沿周边叠覆右壳,叠覆中等宽。壳体具有三刺,一刺位于左壳后背角处,其余两刺分别位于左、右壳的后腹部,均较强大,特别是后腹刺。壳面光滑。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94700 | ADM10 | 整   | 0.70 | 0.45 | 0.40 |
|     | 94701 | ADM10 | 右   | 0.75 | 0.50 | 0.33 |

**比较** 当前标本特征与产自民主德国早石炭世 *Gattendorfia* 带的 *T. triquetra* 一致, 但未发现内薄板。内薄板的缺失可能是未保存所致, 也可能在酸的处理过程中被腐蚀了。

三角形三面介(比较种) *Triplacera cf. triquetra* Gründel, 1961

(图版 III, 图 23)

Cf. 1961 *Triplacera triquetra* Gründel, S. 116, Taf. 10, Fig. 3, 4; Taf. 14, Fig. 3.

**描述** 壳体中等大, 侧视近卵形。背边拱, 腹边近直。后端斜圆, 显著地宽于前端。壳体近后端最高, 体中线以下最长。背视, 壳侧凸起较小, 单瓣呈半卵形, 中部偏后最厚。端视, 背边薄, 腹边厚, 近腹中部最厚。壳侧后腹部发育一强大的刺, 向后下方突出。标本前背部破损。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94702 | ADM16 | 右   | 1.20 | 0.70 | 0.35 |

**比较** 当前标本与产自民主德国早石炭世 *Gattendorfia* 带的 *T. triquetra* 的区别在于背边背拱、后端斜圆以及壳侧凸度较小。它可能为一新种, 但由于仅发现少量保存较差的壳体, 故暂定为后者的比较种。

新长三面介 *Triplacera neolongata* (Blumenstengel), 1979

(图版 III, 图 16, 17)

1979 *Rectoplacera neolongata* Blumenstengel, S. 537, Taf. 4, Fig. 1—6.

**描述** 壳体小, 侧视近长方形。背边直, 腹边近直或微内凹, 与背边平行; 两端宽, 微圆或近直, 前端稍宽于后端。背视, 壳侧凸起中等, 近卵形或厚楔形, 近中部或中部偏后最厚。端视, 近三角形, 背边薄, 向着腹方逐渐增厚, 近腹边最厚。左壳具有两刺, 一刺位于后腹区, 自壳面突起且向后倾斜; 另一刺位于近后背角处, 向后背方突起。两刺均较大。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94694 | ADM12 | 左   | 0.60 | 0.35 | 0.20 |



巴尔德金星介科 **Family Bairdiocyprididae Shaver, 1961**

巴尔德金星介属 **Genus Bairdiocypris Kegel, 1932**

巴尔德金星介？（未定种 1）*Bairdiocypris?* sp. 1

（图版 IV，图 7，8）

**描述** 壳体中等大，侧视近圆三角形。背边强烈拱起，中部偏后最剧，由此向两端迅速下倾，后部更陡；腹边近直或微外弯。前端圆，最突部低于体中线；后端窄圆，最突部在体中线以下。壳体中部偏后最高，体中线以下最长。背视，壳侧凸起中等，单瓣呈半卵形，中部偏后最厚。铰合简单，左壳似为铰槽。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94709 | ADM 16 | 左   | 1.08 | 0.80 | 0.43 |

**讨论** 本种外形与 *Bairdiocypris* 属一致，但其后腹边缘内侧似乎残存有一较宽的钙化内薄板（其余部分的内薄板，可能在酸的浸泡中失落了），故暂存疑归入此属。由于仅发现一左壳单瓣，因此难于进一步鉴定。

圆形介属 **Genus Praepilatina Polenova, 1970**

巴平圆形介（新种）*Praepilatina bapingensis*(sp. nov.)

（图版 IV，图 1—6）

**描述** 壳体中等大，侧视圆三角形。背强烈上拱，近中部最剧，由此向两端迅速下倾，向后端倾斜更陡；腹边近直，或微内凹。前端低，斜圆，下部向着腹边微斜截，最突部与体中线近于等高或稍低于体中线；后端低而锐尖，最突部接近腹边。壳体近中部最高，体中线以下最长。背视，两侧凸起中等到较大，单瓣呈半卵形或半椭圆形，中部偏后最厚。铰合线短、直，位于后背斜的上部。扁平带发育，但仅限于右壳的自由边端，除腹边中部发育较弱外，其余部分显著。右壳后腹角处常具一小刺。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94711 | ADM 16 | 右   | 1.05 | 0.75 | 0.38 |
| 副 模 | 94710 | ADM 16 | 左   | 1.20 | 0.85 | 0.40 |
|     | 94712 | ADM 16 | 左   | 1.05 | 0.80 | 0.38 |

**比较** 当前标本在近中部最高、前端下部斜截和右壳后腹刺发育等特征上相似于我国西藏聂拉木早石炭世的“*Shemonaella dutroi* Sohn, 1971”（施从广，1982，310 页，图版

I, 图 10, 11), 但前者前端相对较窄, 后背边均匀地倾向后端和后端更锐等, 与后者易于区别。

### 小赫鲁特介属 Genus *Healdianella* Posner, 1951

#### 小赫鲁特介? (未定种 1) *Healdianella?* sp. 1

(图版 IV, 图 16—19)

**描述** 壳体较小, 侧视近肾形。背边拱, 中、后部近直, 缓和后倾, 前 1/3 较剧烈地倾向前端, 并与后背边在前 1/3 处相交成钝角; 腹边弯曲, 中部内凹。壳体前 1/3 最高, 近体中线最长。背视, 两侧凸起中等, 近卵形, 前端较薄, 后端较厚, 近中部最厚。左壳大, 叠覆右壳, 前背边和腹中边叠覆较宽, 其余叠覆窄或不显; 在铰合部分无叠覆, 左壳背边微高于右壳。铰合线直, 低于两壳的背边, 呈槽状。壳侧近中部具有一极弱的横向凹陷。在本文选用的两标本中, 其中一个(图版 IV, 图 18)后端中部具有一小的尖突, 前腹部有些破损; 另一个(图版 IV, 图 16)是否也发育有一尖突, 情况不明, 因为在尖突的位置上, 也就是后端中部有些破损。

#### 度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94714 | ADM 3 | 整   | 0.85 | 0.55 | 0.40 |
|      | 94713 | ADM 4 | 整   | 0.85 | 0.55 | 0.40 |

**讨论** 当前标本前端较宽和具有一浅的横向凹陷, 这些特征, 特别是横向凹陷, 在 *Healdianella* 属中是未见及的, 因此暂存疑归入此属。它与加拿大西部晚泥盆世的 *H. alba* (Lethiers, 1981) 十分相似, 但前者前端较宽、壳体较短高和具有一浅的横向凹陷, 与后者易于区别。

#### 小赫鲁特介(未定种 2) *Healdianella* sp. 2

(图版 IV, 图 20, 21)

**描述** 壳体较小, 侧视近卵形。背边显著上拱, 近后端最剧烈; 腹边微外弯。前端窄圆, 最突部与体中线近于等高; 后端宽, 斜圆, 上部斜截, 最突部低于体中线。壳体近后 1/3 处最高, 近体中线或体中线偏下最长。背视, 壳侧凸起强烈, 单瓣呈半卵形, 中部偏后最厚。内视, 缺失钙化内薄板; 铰合构造简单, 左壳为铰脊, 铰合线短、直, 位于壳体中、后背边。由于仅发现一左壳单瓣且前端下部破损, 故难以进一步鉴定。

#### 度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94717 | ADM 16 | 左   | 0.83 | 0.53 | 0.33 |



小赫鲁特介(未定种3) *Healdianella* sp. 3

(图版 V, 图 1, 2)

**描述** 壳体较小,侧视近卵形或近肾形。背边强烈拱起,近中部最剧烈,由此向两端下倾,前部更陡;腹边微弯曲,近中部缓和内凹。后端宽圆;前端锐,最突部接近腹边,显著窄于后端。壳体近中部最高,体中线以下最长。背视,两侧强烈凸起,呈尖卵形,中部偏后最厚。左壳大,叠覆右壳;在铰合部分无叠覆,右壳背边微高于左壳。铰合线直,位于背边中、后部,低于两壳的背边,呈槽状。标本前端上部和前腹端略有破损。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94718 | ADM 16 | 整   | 0.75 | 0.48 | 0.43 |

**比较** 当前仅发现一保存不太完好的标本。就其前端锐和后端宽等特征而言,与 *H.* sp. 2 相似,但前者最大高度位于近中部和壳体相对较低矮,而后者最大高度则位于后背端和壳体相对较短、高。

盖罗德介科 **Family Gerodiidae Gründel, 1962**

巴什基尔介属 **Genus Baschkirina Rozhd., 1959**

南丹巴什基尔介(新种) *Baschkirina nandanensis* (sp. nov.)

(图版 V, 图 3—8)

**描述** 壳体较小,侧视近椭圆形。背边拱,中部偏后最剧;腹边微弯曲,前 1/3 缓凹,中、后部缓和外弯。前端圆,最突部低于体中线;后端斜圆,最突部接近腹边,宽于前端。壳体中部偏后或近后 1/3 处最高,体中线以下最长。背视,两侧强烈凸起,呈卵形,近中部最厚。左壳大,沿自由边叠覆右壳;在背边无叠覆,左壳背边稍高于右壳。铰合线直,位于背边中部,低于两壳背边,呈槽状。右壳后腹角处具有一刺。壳面光滑。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94723 | ADM 11 | 整   | 0.90 | 0.50 | 0.50 |
| 副 模 | 94724 | ADM 9  | 整   | 0.90 | 0.50 | 0.50 |

**比较** 本新种以中部偏后最高,前端低、窄和左壳前端刺不发育为特征,并据以区别于本属的已知种。

科未定 **Family Uncertain**

直管介属 **Genus Rectoria Gründel, 1961**

模式种 *Rectoria muelleri* Gründel, 1961

**属征** 侧视近长方形到近梯形。背边长、直,腹边近直或微外弯。前、后端圆,后腹角突(壳体于后腹处向后突出),有时在一壳或两壳上同时出现,明显或不明显。背视,两侧规则地凸起,呈透镜形到卵形。端视(横剖面)近椭圆形。左壳大或两壳近等。左、右壳近中背边到后背边各具一背刺(中空);在后腹部,经常发育一后腹刺,此刺有时仅出现在一壳上,有时两壳均有。粘合带(verwachsungszone)发育(意味着有内薄板存在),边厅未见。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世;欧洲和亚洲。

### 米氏直管介 *Rectonaria muelleri* Gründel, 1961

(图版 IV, 图 9—15)

1961 *Rectonaria muelleri* Gründel, S. 112, Taf. 8, Fig. 4, 5; Taf. 9, Fig. 1, 2; Taf. 14, Fig. 1.

1965 *Rectonaria muelleri*, Blumenstengel, S. 48, Taf. 7, Fig. 26—29.

1970 *Rectonaria muelleri*, Přibyl, pp. 123, 129, pl. 2, fig. 7; pl. 3, fig. 4.

1979 *Rectonaria muelleri*, Blumenstengel, Taf. 3, Fig. 1—7.

1979 *Rectonaria muelleri*, Olempska, p. 126, pl. 26, fig. 6.

1981 *Rectonaria muelleri*, Becker, S. 50, Taf. 10, Fig. 20—30.

**描述** 壳体中等大,侧视近梯形到近长方形。背边直,左壳前背角向上突起,呈钝角状;腹边微外弯,与背边近于平行。前端圆;后端斜圆,上部有时斜截,后腹角突在某些壳体的右壳上发育明显。背视,两侧凸起较小到中等,呈透镜形,中部偏后最厚。端视,呈卵形,近中部最厚。左壳大,沿自由边明显叠覆右壳;在铰合部分无叠覆,左壳背边微高于右壳。铰合线直,低于背边,呈细槽状。接近两壳的后背角处,各具有一强大的背刺;后腹刺仅在左壳发育,粗、壮,向后延伸。扁平带沿自由边发育(也就是在自由边端的外侧,发育一薄片状的边缘构造,象在 *Praepilatina* 属中见到的那样)。

#### 度量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94706 | ADM 10 | 右   | 0.70 | 0.40 | 0.25 |
|     | 94707 | ADM 10 | 整   | 0.75 | 0.43 | 0.35 |
|     | 94708 | ADM 16 | 左   | 0.70 | 0.45 | 0.25 |

### 倾斜直管介 *Rectonaria inclinata* Gründel, 1961

(图版 V, 图 9—13, 23, 24)

1961 *Rectonaria inclinata* Gründel, S. 115, Taf. 9, Fig. 6a—c; Taf. 10, Fig. 1a, b, 2.

1979 *Rectonaria inclinata*, Blumenstengel, Taf. 3, Fig. 13—15.

1979 *Rectonaria inclinata*, Olempska, p. 125, pl. 26, figs. 4, 5.

1981 *Rectonaria inclinata*, Becker, S. 51, Taf. 10, Fig. 20, 21.

**描述** 壳体较小,侧视近卵形。背边直或中部近直;腹边近直到缓和外弯。前宽圆,最突部与体中线等高;后端窄,最突部低于体中线。壳体近中部或偏前最宽,体中线以下最长。背视,壳侧凸起中等到较大,单瓣呈半椭圆形,近中部最厚。端视,单瓣呈半卵形,体中线以下最厚。左、右壳各具两刺,分别位于背边中部(背刺)和后腹部(后腹刺)。未发



现完整壳体，叠覆情况不明。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94703 | ADM 8 | 左   | 0.60 | 0.35 | 0.25 |
|     | 94704 | ADM 7 | 右   | 0.60 | 0.35 | 0.25 |
|     | 94705 | ADM 9 | 右   | 0.48 | 0.30 | 0.16 |

土菱介超科 Superfamily Bairdiacea Sars, 1888

土菱介科 Family Bairdiidae Sars, 1888

土菱介属 Genus Bairdia McCoy, 1844

脆弱土菱介 Bairdia fragosa Morey, 1935

(图版 VI, 图 1—4)

1935 Bairdia fragosa Morey, p. 322, pl. 28, fig. 17.  
?1960 Rectobairdia? fragosa, Sohn, p. 54, pl. 2, fig. 26.  
?1970 Rectobairdia dorsoconstricta Blumenstengel, S. 17, Taf. 4, Fig. 7—14.

**描述** 壳体中等大，侧视近菱形。背边拱，中部直，微向后倾；前背斜短、直，较剧地倾向前尖端；后背斜短，上部近直，下部内凹，急剧地倾向后尖端。腹边弯曲，中部偏前显著内凹；前 1/3 呈钝角状外突。前端较宽，斜圆，下部向着腹边斜截；前尖端微上翘，与体中线近于等高。后端锐，后尖端呈锐角状，明显地向后上方翘起，位于体中线以下。背视，两侧凸起较小且近于平行。左壳大，沿自由边叠覆右壳，前背部和腹边中部叠覆较宽，其余叠覆窄；在铰合部分无叠覆，左壳背边高于右壳。铰合线直，低于背边，呈细槽状。壳体前、腹和后端边缘薄，呈刃状。钙化内薄板发育且较宽。背中区具有一浅而不显的凹陷。其余壳面颗粒状。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94715 | ADM 5 | 整   | 1.10 | 0.50 | 0.38 |
|     | 94716 | ADM 9 | 整   | 1.05 | 0.53 | 0.35 |

**比较** 当前标本除腹中部内凹更为显著外，其余特征与美国密苏里州密西西比系的 *B. fragosa* 一致。民主德国晚泥盆世的 *Rectobairdia dorsoconstricta* Blumenstengel，由于侧视外形和壳面装饰特征以及长、高和长、厚比例与 *B. fragosa* 近于一致，笔者认为前者可能为后者的同物异名。另外，*B. fragosa* 和 *R. dorsoconstricta* 的背视特征是否与当前标本一致，也就是两侧是否近于平行，不得而知，因为在 Morey (1935) 和 Blumenstengel (1970) 的文章中既无图示，文字中也未交代清楚。

近塞斯特里土菱介(新种) *Bairdia subcestriensis* (sp. nov.)

(图版 VI, 图 5—7)

?1979 *Bairdia* (*Rectobairdia*) *venterba*, Olempska, p. 43, pl. 6, fig. 3; pl. 7, fig. 3.?1982 *Orthobairdia cestriensis*, 施从广, 311 页, 图版 I, 图 21—24。

**描述** 壳体中等大, 侧视近菱形。背边拱, 中背边长, 缓拱, 向后缓倾; 前背斜近直, 较剧地倾向前尖端; 后背斜上部近直, 下部内凹, 急剧地倾向后尖端, 呈陡坡状。腹边弯曲, 中部偏前显著内凹, 前 1/3 呈圆钝角状外突。前端宽, 斜圆, 下部向腹边微斜截, 前尖端钝, 上翘不显, 微高于体中线; 后端锐, 后尖端呈锐角状, 向后上方翘起, 低于体中线。背视, 两侧凸起中等, 近于平行, 近中部最厚。左壳大, 沿自由边叠覆右壳, 前背边叠覆较宽, 其余叠覆中等; 在铰合部分无叠覆, 左壳背边高于右壳。铰合线直, 低于背边, 呈细槽状。壳体前、腹和后端边缘薄, 呈刃状。背中区微收缩。钙化内薄板发育, 宽, 前端和后腹边最宽。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94725 | ADM 8  | 整   | 1.00 | 0.53 | 0.38 |
| 副 模 | 94726 | ADM 16 | 左   | 1.00 | 0.55 | 0.28 |

**比较** 当前标本在外形特征上, 包括侧视和背视, 与美国肯塔基州上密西西比统的 *B. airdia cestriensis* (Ulrich, 1891) 相似, 其间的区别在于前者腹边前 1/3 显著内凹, 两侧凸起相对较小以及叠覆相对较窄。

凸背土菱介 *Bairdia feliumgibba* Becker, 1982

(图版 V, 图 14—17)

1961 *Bairdia compressa*, Gründel, S. 104, Taf. 6, Fig. 1—3; ?Taf. 6, Fig. 2b, p, Fig. 3.1965 *Bairdia galinae*, Blumenstengel, S. 32, Taf. 11, Fig. 16—20; ?pl. 11, fig. 19.1979 *Bairdia* sp., Blumenstengel, Taf. 6, Fig. 4—8.1979 *Bairdia* (*Bairdia*) aff. *galinae*, Olempska, p. 101, pl. 17, figs. 7a—c; pl. 18, figs. 1a—c.1982a *Bairdia* (*Bairdia*) *feliumgibba*, Becker, S. 120, Taf. 4, Fig. 1—8.

**描述** 壳体较小, 侧视近菱形。背边拱, 近后 1/3 处最剧烈, 由此较缓到较剧地倾向前端, 前背斜发育不显; 后背斜短, 下部内凹, 急剧地倾向后尖端。腹边弯曲, 中部显著内凹。前端宽、圆, 最突出部低于体中线, 前尖端不发育; 后端锐, 后尖端强烈地向后延伸且微上翘, 呈尾状, 接近腹边。壳体近后 1/3 处最高, 体中线以下最长。背视, 两侧凸起较小, 近透镜形, 近中部最厚。左壳大, 叠覆右壳, 除前背边叠覆清楚外, 其余叠覆不显。壳体前、腹和后端边缘薄, 呈刃状。内薄板宽, 前端和后端最宽。



度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94728 | ADM 16 | 整   | 0.85 | 0.35 | 0.25 |
|     | 94729 | ADM 13 | 右   | 0.83 | 0.38 | 0.18 |
|     | 94730 | ADM 12 | 左   | 0.85 | 0.38 | 0.15 |

平凡土菱介(比较种) *Bairdia* cf. *plebeia* Reuss, 1854

(图版 V, 图 19, 20)

Cf. 1879 *Bairdia plebeia*, Jones and Kirkby, p. 569, pl. 28, figs. 9—14.

**描述** 壳体较小,侧视近菱形。背边显著上拱,中背边较短,微拱;前背斜较长,微内凹,向前尖端下倾;后背斜较长,上部微拱,下部微内凹,向后尖端下倾,倾角大于前背斜。腹边近直,中部内凹不显。前端较窄,斜圆,下部向着腹边斜截,前尖端上翘,高于体中线;后端锐,后尖端较钝,上翘不显,低于体中线。背视,壳侧凸起较大,单瓣呈半卵形,近中部最厚。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94731 | ADM 12 | 右   | 1.00 | 0.55 | 0.33 |

离异“土菱介” “*Bairdia*” *distracta* Eichwald, 1857

(图版 V, 图 18)

1879 *Bairdia subelongata* Jones et Kirkby, p. 573, pl. 30, figs. 12, 13.

1951 *Bairdia distracta*, Posner, p. 87, pl. 19, figs. 4a—c.

**描述** 壳体中等大,侧视近菱形或近肾形。背边长、直,前背斜不明显;后背斜下部微内凹,较剧地倾向后尖端。前端宽圆,与体中线近于等高;后端锐,后尖端钝尖,微上翘,稍低于体中线。背视,壳侧凸起小,近透镜形,近中部最厚。前、腹和后端边缘薄,呈刃状。内视,钙化内薄板发育。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94732 | ADM 16 | 右   | 1.15 | 0.45 | 0.20 |

**比较** 根据 Posner 的描述和图示的标本的特征,即前背斜不发育,腹边前 1/3 处三角形叠覆发育以及后尖端位于体中线附近,相似 *Fabalicypriis* 属,故本文将 *Bairdia* 加上引号。

科氏土菱介 *Bairdia korzenewskajae* Posner, 1951

(图版 VI, 图 8)

1951 *Bairdia korzenewskajae* Posner, p. 96, pl. 21, fig. 2.

**描述** 壳体低、长, 中等大, 侧视近菱形或截顶三角形。背边拱, 中部近直; 前背斜较长、直, 向下倾向前端; 后背斜较短, 下部内凹, 向下倾向后尖端, 倾角大于前背斜。腹边弯曲, 中部宽凹。前端圆, 前尖端发育不典型, 略低于体中线; 后端锐, 后尖端钝尖, 上翘, 稍低于体中线。背视, 壳侧凸起较小, 近透镜形, 大约在中部附近最厚。壳体前、腹和后端边缘薄, 呈刃状。钙化内薄板发育, 几与壳之边缘垂直。沿自由边具有一形似边缘突起的构造, 此构造可能是内薄板与壳面垂直所致(钙化内薄板通常与壳壁近于平行, 在此情况下似边缘突起是不发育的, 如果将内薄板扳起到与壳面近于垂直时, 就会产生上述现象)。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94733 | ADM 11 | 右   | 1.18 | 0.58 | 0.28 |

**比较** 本种除前、后端相对较宽外, 其余特征与产自苏联莫斯科附近早石炭世的 *B. korzenewskajae* 一致。在 Posner 的描述中虽未提及似边缘突起, 但在他的标本图像上可以清楚地看出这种构造现象。

凯氏土菱介 *Bairdia kelleri* Egorov, 1953

(图版 VI, 图 9—12)

1953 *Bairdia kelleri* Egorov, p. 13, pl. 8, figs. 1a—d, 2a—c.

**描述** 壳体较小到中等大, 侧视近菱形。背边拱, 中背边近直, 向后倾斜; 前背斜近直或下部内凹, 较缓地倾向前尖端; 后背斜短, 下部内凹, 急剧地倾向后尖端。腹边近直或中部微内凹。前端宽, 斜圆, 下部向着腹边斜截, 前尖端微上翘, 高于体中线; 后端锐, 后尖端钝尖, 向后延伸且微上翘, 低于体中线。背视, 两侧凸起较大, 尖卵形, 近中部最厚。左壳大, 叠覆右壳, 除前背边叠覆清楚外, 其余叠覆不显。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94734 | ADM 13 | 整   | 1.05 | 0.60 | 0.50 |
|     | 94735 | ADM 12 | 右   | 1.00 | 0.55 | 0.30 |
|     | 94736 | ADM 8  | 左   | 0.75 | 0.43 | 0.23 |

东方土菱介(比较种) *Bairdia cf. orientalis* Bushmina, 1975

(图版 VI, 图 13, 14)

Cf. 1975 *Bairdia orientalis* Bushmina, p. 66, pl. 13, figs. 1—4.

**描述** 壳体较小, 侧视近菱形。背边拱, 中背边近直或微拱; 前背斜较长, 内凹, 较剧



地向下倾向前端；后背斜上部外弯，下部内凹，急剧地向下倾向后尖端。腹边近直，近中部微内凹。前端较宽，斜圆，下部向着腹边斜截，前尖端显著上翘，高于体中线；后端锐，后尖端向后延伸且上翘，接近腹边。背视，壳侧凸起中等，单瓣呈半卵形，近中部最厚。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号  | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94737 | ADM7 | 右   | 0.60 | 0.30 | 0.18 |

**比较** 当前标本在外形特征上与苏联 Kolyman Massifs 早石炭世的 *B. orientalis* 十分相似，特别是副模标本 (Бушмана, 1975, табл. 13, фиг. 1np, 2np), 但前者个体十分小, 故暂定为后者的比较种。

翼状土菱介 *Bairdia petiniana* Egorov, 1953

(图版 VI, 图 20, 21)

1953 *Bairdia petiniana* Egorov, p. 17, figs. 2a—d.

**描述** 壳体较小，侧视近菱形或近椭圆形。背边均匀上拱；腹边弯曲，近中部微内凹。前端宽圆，前尖端发育不典型，与体中线近于等高；后端锐，后尖端钝尖，向后延伸，短且微上翘，低于体中线。壳体近中部最高，体中线偏下最长。背视，两侧凸起较小，呈长卵形或透镜形，近中部最厚。左壳大，叠覆右壳，背边和腹边中部叠覆较宽，其余叠覆极窄或不清楚。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94738 | ADM16 | 整   | 0.88 | 0.50 | 0.33 |

过渡土菱介 *Bairdia transitiva* Gusseva, 1971

(图版 VI, 图 17—19)

1971 *Bairdia transitiva* Gusseva, стр. 222, табл. 56, фиг. 5.

**描述** 壳体较小，侧视近圆三角形。背边强烈上拱，中部最剧，由此向两端急剧下倾，后部更陡；腹边微外弯，近中部内凹不显。前端较宽，斜圆，下部向着腹边斜截，前尖端微上翘，与体中线近于等高；后端窄，后尖端微上翘，低于体中线。后尖端破损，情况不明。壳体近中部最高，体中线偏下最长。背视，两侧凸起较大，近卵形或椭圆形，近中部最厚。左壳大，叠覆右壳，背边和腹边中部叠覆较宽，其余叠覆窄或不显；在铰合部分无叠覆，左壳背边明显地超过右壳。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94739 | ADM11 | 整   | 0.85 | 0.60 | 0.45 |

近弯曲土菱介(新种) *Bairdia subcurta* (sp. nov.)

(图版 VI, 图 22—24)

**描述** 壳体较小到中等大,侧视近菱形。背边长且向上拱起,中背边缓拱;前背斜上部微外弯,下部内凹,缓和地倾向前尖端;后背斜上部外弯,下部内凹,较剧地向下倾向后尖端。腹边弯曲,中部宽凹。前端宽,斜圆,下部向着腹边斜截,前尖端强壮,向上翘起,接近背边;后端锐,后尖端长,强烈向后延伸且上翘,接近腹边。背视,壳侧凸起中等,中部区域厚而均匀,向着前部、腹部和后部急剧减薄,沿前、腹和后部形成扁平区,前、后部扁平区十分宽,腹边中部较窄。内视钙化内薄较发育,前、后端宽,腹边较窄,并与壳侧扁平区相应。扁平区光滑,中部突起区饰以结节,尤以后背部最明显且最密集。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号  | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94741 | ADM6 | 左   | 1.00 | 0.40 | 0.23 |

**比较** 当前标本在外形特征上相似于产自英国石炭纪的 *B. curta* (Jones and Kirkby, 1879, pl. 28, figs. 1—6), 但前者中部区域隆起且向着自由边急剧减薄以及壳面饰以钝刺或结节,据此区别于后者。

弯曲土菱介(比较种) *Bairdia cf. curta* M'Coy, 1844

(图版 VI, 图 15, 16)

Cf. 1879 *Bairdia curta*, Jones and Kirkby, p. 567, pl. 28, figs. 1—6.

**描述** 壳体较小,侧近菱形或截顶三角形。背边拱,中背边微拱;前背斜上部微外弯,下部内凹,较剧地向下倾向前尖端;后背斜上部微外弯,下部微内凹,向下倾向后尖端,倾角大于前背斜。背中部、前背斜和后背斜接近等长。腹边近直,近中部微内凹。前端窄,斜圆,下部向着腹边斜截,前尖端上翘,稍高于体中线;后端锐,后尖端向后延伸,上翘不显,接近腹边。背视,壳侧凸起较小,近透镜形,近中部最厚。钙化内薄板沿自由边内侧发育。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94742 | ADM12 | 右   | 0.70 | 0.30 | 0.18 |

过渡土菱介(比较种) *Bairdia cf. transitiva* Gusseva, 1971

(图版 VII, 图 1—3)

Cf. 1971 *Bairdia transitiva* Gusseva, стр.222, табл. 56, фиг. 5.

**描述** 壳体较小,侧视近圆三角形或近菱形。背边强烈上拱,近中部或中部偏后最



剧,由此向两端剧烈下倾,后部更陡;腹边近直或近中部微内凹。前端宽,斜圆,下部向着腹边斜截,前尖端微上翘,与体中线近于等高;后端锐,后尖端短、钝,微向后延伸,上翘不显,低于体中线。壳体中部微偏后最高,体中线以下最长。背视,两侧强烈凸起,近卵形,后中部最厚。左壳大,叠覆右壳,背边和腹边中部叠覆较宽,其余部分叠覆弱;在铰合部分无叠覆,左壳背边高于右壳。铰合线直,低于两壳背边,呈槽状。两壳后背部膨胀,并形成壳体的最大厚度。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94743 | ADM 17 | 整   | 0.90 | 0.58 | 0.50 |

**比较** 本标本在外形特征上与苏联北乌拉尔西坡早二叠世的 *B. transitiva* 十分相似,其区别主要在于前者后背部膨胀和最大厚度位于壳体的中后部。当前标本可能为一新种,但由于仅发现个别壳体,个体间的变化尚不清楚,故暂定为后者的比较种。

土菱介(未定种 1) *Bairdia* sp. 1

(图版 V, 图 21, 22)

**描述** 壳体较小,侧视菱形或肾形。背边拱,背中部缓拱,微向后倾;前背斜近直,向下倾向前端;后背斜微外弯,迅速地向下倾向后尖端。腹边近直,中部微内凹。前端宽,斜圆,下部向腹边斜截,前尖端发育弱,与体中线等高;后端窄,后尖端钝,发育弱,低于体中线。壳体近中部最高,体中线以下最长。背视,壳侧凸起中等或较大,单瓣近半卵形,中部偏后最厚。壳面光滑。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94727 | ADM 5 | 左   | 1.00 | 0.55 | 0.30 |

**比较** 当前标本在外形特征上相似于苏联俄罗斯地台上吉维特阶的 *B. aperta* (Polenova, 1952),其区别在于前者低矮和后尖端发育不典型。由于仅发现一左壳单瓣,故难以进一步鉴定。

土菱金星介属 Genus *Bairdiacypris* Bradfield, 1935

筒状土菱金星介 *Bairdiacypris cylindrica* (Samoilova et Smirnova), 1960

(图版 VII, 图 4—11)

1975 *Bairdiacypris cylindrica*, Bushmina, p. 72. pl. 15, figs. 1, 6.

**描述** 壳体较小到较大,侧视近肾形或近梯形。中背边长、直;前背斜较短、直,较剧地向下倾向前端;后背斜短或发育不显,急剧地倾向后端。腹边弯曲,中部内凹。前端窄

圆,最突部低于体中线;后端圆,宽于前端,最突部低于体中线。壳体近中部最高,体中线以下最长。背视,两侧凸起较大,单瓣呈半卵形,近中部到中后部最厚。内视,铰合简单,右壳为铰棒,左壳不清。在某些标本上可观察到钙化内薄板。

### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94719 | ADM 10 | 右   | 1.00 | 0.60 | 0.33 |
|     | 94720 | ADM 16 | 右   | 1.35 | 0.73 | 0.35 |
|     | 94721 | ADM 5  | 左   | 0.90 | 0.45 | 0.30 |
|     | 94722 | ADM 16 | 整   | 0.98 | 0.55 | 0.43 |

## 筒状土菱金星介(比较种) *Bairdiacypris cf. cylindrica* (Samoilova et Smirnova), 1960

(图版 VII, 图 12, 13)

Cf. 1975 *Bairdiacypris cylindrica*, Bushmina, p 72, pl. 15, figs. 1, 6.

**描述** 壳体较小且较短高,侧视近肾形。背边拱,中背边近直或缓拱;前背斜近直,后背斜微外弯,分别向两端倾斜,后背斜下倾较剧。腹边弯曲,中部宽凹。两端圆,前端宽于后端。壳体近中部最高,体中线附近最长。背视,两侧凸起较小,呈长卵形,近中部最厚。左壳大,沿周边叠覆右壳,前背边和腹边中部叠覆较宽,其余叠覆窄。

### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94745 | ADM 6 | 整   | 0.80 | 0.50 | 0.35 |

**比较** 当前标本虽具前、后背斜,但较短高,归入 *Bairdiacypris* (Bradfield, 1935) 是否合适,尚有疑问,因为此属通常比较瘦长。与苏联 Kolyman Massifs 早石炭世的 *B. cylindrica* (Bushmina, 1975, p. 72, pl. 15, figs. 1, 6) 比较,壳体相对较短、高和前端相对较宽、后端相对较窄。由于本标本较小,因此有可能是此种的幼年个体。

## 土菱金星介(未定种 1) *Bairdiacypris* sp. 1

(图版 VII, 图 16, 17)

**描述** 壳体长,较小,侧视近肾形。背边拱,中、前部直,向前倾斜;后背边近直,较剧地向下倾向后端。腹边弯曲,中部宽凹。前端较宽,斜圆,下部向着腹边斜截,最突部与体中线近于等高;后端圆,最突部低于体中线且窄于前端。壳体近前 1/3 最高,近体中线最长。背视,壳侧凸起较小,单瓣呈半透镜形,大约近中部最厚。



度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94747 | ADM 14 | 右   | 0.85 | 0.35 | 0.20 |

**比较** 根据外形特征，本标本相似于苏联 Kolymian Massifs 早石炭世的 *B. quasielongata* (Bushmina, 1975, p. 73, pl. 10, fig.5)，但前者个体较小和后中部相对较窄。由于标本少且保存欠佳，故难以进一步鉴定。

小豆星介属 Genus *Fabalicypri* Cooper, 1946

小豆星介(未定种 1) *Fabalicypri* sp. 1

(图版 VII, 图 14, 15)

**描述** 壳体小，侧视近肾形。背边长，近直或微拱；腹边近直，中部微内凹，前端斜圆，上部斜截，最突部低于体中线；后端斜圆，上部斜截，最突部在体中线以下。壳体近中部最高，体中线以下最长。背视，壳侧凸起较大，单瓣呈半卵形或半椭圆形，后中部或近后端最厚。内视，钙化内薄板发育。

度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94746 | ADM 16 | 左   | 0.60 | 0.30 | 0.20 |

**比较** 当前标本前背斜不发育和背视近后部最厚，故归入 *Fabalicypri* 属更为合适。它相似于苏联 Kolymian Massifs 早石炭世的 *Bairdiacypris virga* (Bushmina, 1975)，但前者壳体小且壳侧凸起较大。由于当前仅发现一左壳，因此尚难进一步鉴定。

细微土菱介属 Genus *Bairdiella* Egorova, 1960

模式种 *Bairdiella eleganta* Egorova, 1960

**属征** 侧视卵形或圆长方形；背、腹边近直，几近平行。前端圆，后端尖锐且向后延伸。背视，两侧强烈凸起，呈卵形，近中部最厚。左壳大，沿自由边叠覆右壳；在铰合部分无叠覆，左壳背边稍高于右壳。铰合线直，低于两壳背边，呈槽状。在模式种中，在后腹部两壳不接触，向外开口。壳面光滑或细条纹状。

**时代分布** 泥盆纪，早石炭世(?)；欧洲和亚洲。

可疑细微土菱介? (新种) *Bairdiella? dubia* (sp. nov.)

(图版 VIII, 图 12—14)

**描述** 壳体瘦长且较小，侧视近长方形。背边长、近直，微向后倾；腹边中、后部近直，前 1/3 微外弯，宽钝角状。前端圆，最突部稍高于体中线。后端低、锐，强烈向后延伸，呈

尾状(或称尾刺);左壳尾刺似比右壳的长且两者互不接触;壳体的后端下部到后腹边之间具有一开口,是由于在那里两壳不相接触所致。背视,两侧凸起中等,呈透镜形或长卵形,近前 1/3 处最厚。左壳大,叠覆右壳,腹边中、后部叠覆明显,前 1/3 处最剧,前、后端叠覆不明;在铰合部分无叠覆。钙化内薄板发育,前端最宽。壳体前腹边部分破落。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94744 | ADM 16 | 整   | 0.75 | 0.33 | 0.30 |

**讨论** 当前标本具有两根彼此分离的尾刺和后腹部开口,据此区别于 *Bairdianella* (Harlton, 1929), *Acratia* (Delo, 1930) 和 *Pseudorayella* Nackaja (1960)。虽然上述特征在 *Bairdiella* 属的模式种中存在,但由于当前标本两侧凸起较小且缺失位于铰合位置上的槽状凹陷,故是否应归入此属,尚有疑问。

#### 小土菱介属 Genus *Bairdianella* Harlton, 1929

#### 胖小土菱介(新种) *Bairdianella obesa* (sp. nov.)

(图版 VII, 图 18—25)

**描述** 壳体较小,侧视近卵形。背边拱,近中部最剧,由此向两端下倾,前部较缓,后部较剧;腹边近直。前端宽,斜圆,下部向着腹边斜截;前尖端发育,微上翘,顶端有时具有一细刺,高于体中线。后端锐,强烈向后延伸,呈尾状(尾刺),接近腹边。背视,壳侧凸起大,单瓣呈半卵形,近中部最厚。在壳侧后腹部有时具有一向后突起的小刺。铰合线直,位于中、后背边,向后倾斜。内视,钙化内薄板发育,前、后端宽,腹中部较窄。由于标本均为单瓣,故叠覆情况不明。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别    | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|--------|------|------|------|
| 正 模 | 94748 | ADM 12 | 左      | 0.85 | 0.38 | 0.25 |
| 副 模 | 94749 | ADM 12 | 右      | 0.80 | 0.35 | 0.25 |
|     | 94750 | ADM 14 | 左(幼体?) | 0.70 | 0.30 | 0.18 |
|     | 94751 | ADM 9  | 左      | 0.80 | 0.33 | 0.20 |

**比较** 本种以背视两侧凸起较大和前端顶部向外延伸出一小刺为特征,并据以区别 *Bairdianella* 属的已知种。

#### 尖喙介属 Genus *Acratia* Delo, 1930

#### 似库氏尖喙介(新种) *Acratia paracooperi* (sp. nov.)

(图版 VIII, 图 1, 2)

**描述** 壳体较小,侧视近卵形。背边强烈上拱;腹边中、后部近直或微外弯,前部倾斜



地向上弯向喙部,于前 1/3 处形成圆钝角状外突。前端较窄,喙强壮且垂直下倾,与壳体前腹间形成显著的凹痕,最突部大约与体中线近于等高;后端锐,两壳的后端强烈向后延伸,呈尾状,左壳更剧,接近腹边。背视,两侧凸起大,通常大于壳高,呈尖卵形,两端薄,后端更薄,近中部最厚。左壳大,沿自由边叠覆右壳,前背边、前端上部和腹边中部叠覆较宽;在铰合部分无叠覆,右壳背边与左壳等高。铰合线直,位于背边中、后部分,向后倾斜,低于两壳背边,呈槽状。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94752 | ADM 6 | 整   | 0.75 | 0.38 | 0.40 |

**比较** 当前标本以两侧强烈凸起和喙强壮且垂直下倾等特征区别于民主德国早石炭世 *Gattendorfia* 带的 *A. ventriosa* (Gründel, 1961); 以壳体相对短、胖和喙相对较强壮等特征区别于民主德国早石炭世 *Gattendorfia* 带的 *A. cooperi* (Gründel, 1962)。

库氏尖喙介 *Acratia cooperi* Gründel, 1962

(图版 VIII, 图 3—5, 9)

- 1961 *Acratia* aff. *mucronata* Cooper, Gründel, S.110, Taf. 7.  
1962 *A. (Cooperuna) cooperi* Gründel, S. 87.

**描述** 壳体较小,侧视近卵形。背边拱,近中部最剧,由此圆滑地向着两端下倾,前 1/3 向前端下倾较剧烈,后 1/3 向后端下倾更剧烈;腹边近直或微外弯,近前部缓和地向上弯向喙部,于前 1/3 处形成一较弱的钝角状外突。前端低、窄,喙发育且垂直下倾,与壳体前腹端之间形成一宽浅的凹痕,前端最突部低于体中线;后端低、锐,两壳后端强烈地向后延伸,呈尾状,右壳的较短,左壳的较长,接近腹边。壳体近中部最高,接近腹边最长。背视,两侧凸起较大,呈长卵形或长椭圆形,近中部最厚。左壳大,沿自由边叠覆右壳,除前端叠覆较宽外,其余叠覆中等;在铰合部分无叠覆,左壳背边与右壳近于等高。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94753 | ADM 5 | 整   | 0.80 | 0.35 | 0.33 |

**比较** 本种与民主德国 *Gattendorfia* 带的 *A. cooperi* 比较,除背视两侧凸起似乎相对较大外,其余特征与后者一致(后者只有长、高度量数据,而无厚度的度量数据)。

无喙尖喙介(新种) *Acratia inrostrata* (sp. nov.)

(图版 VIII, 图 6—8)

**描述** 壳体较大,侧视近卵形。背边拱,近中部最剧,由此圆滑地向两端下倾,前部下

倾较剧,后部下倾更剧;腹边近直或微外弯。前端窄、低且圆,最突部低于体中线,喙不明显;后端低、锐,强烈向后延伸,呈尾状,左壳的长,右壳的相对较短,与腹边接近。壳体近中部最高,近腹边最长。背视,两侧凸起强烈,厚度大于高度,呈宽卵形,近中部最厚。左壳大,沿自由边叠覆右壳,前、后背边和腹边中部叠覆较宽;在铰合部分无叠覆,两壳背边近于等高。铰合线直,位于背边近中部分,低于两壳,呈槽状。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94755 | ADM 16 | 整   | 1.13 | 0.58 | 0.65 |

**比较** 本新种不同于新种 *A. paracooperi*, 在于喙不发育或不明显。

### 马氏尖喙介(比较种) *Acratia cf. mayselae* Egorov, 1953

(图版 VIII, 图 10, 11)

Cf. 1953 *Acratia mayselae* Egorov, p. 37, pl. 25, figs. 1—8.

**描述** 壳体小,侧视近卵形。背边拱,近中部最剧,由此圆滑地向下较剧地倾向两端,向后端倾斜更剧;腹边外弯,中、后部近直,前  $1/3$  向上且向喙部斜截,在前  $1/3$  处形成宽钝的外突,但较弱。前端窄,前喙钝尖且向前突出,凹痕弱,最突部低于体中线;后端窄、钝,微向后下方突出,但不呈尾状,最突部接近腹边。壳体近中部最高,体中线以下最长。背视,两侧凸起中等或较大,呈长卵形,近中部或中部微偏后最厚。左壳大,叠覆右壳,叠覆较窄。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94756 | ADM 12 | 整   | 0.60 | 0.35 | 0.30 |

**比较** 本种外形相似于苏联俄罗斯地台上泥盆统的 *A. mayselae*, 但叠覆窄且尾状刺不发育,故可能为一新种。由于仅发现个别壳体,故暂将它定为后者的比较种为宜。

### 似盖罗德介属(新属) Genus *Paragerodia*(gen. nov.)

**模式种** *Paragerodia spinosa* (gen. et sp. nov.)

**属征** 壳体较小,侧视近长方形到近梯形。背边直到微拱;腹边近直或中部微内凹。前端圆;后端近直或斜圆,通常宽于前端。壳体后背角处最高,近体中线或体中线以下最长。背视,两侧凸起较小到中等,近长椭圆形或厚透镜形,近中部最厚,向着两端逐渐递减。端视,近卵形,中下部最厚。两壳不等,左壳大,叠覆右壳,腹边叠覆较显著,背边窄,两端不显。在两壳的后腹端或近后腹边各具有一刺,通常较细且短,向后或后下方伸出。内视,铰合构造简单,左壳为铰槽,右壳为铰棒。钙化内薄板发育且较宽。壳面光滑或细刺



状。

新属包括下列种：*Paragerodia spinosa* (gen. et sp. nov.), *P. subtrapezoidalis* (gen. et sp. nov.), Genus 1 sp. A. (Becker, 1982 a), Genus 1 sp. B (Becker, 1982 a) 和 ?*Tubulibairdia unispina* (Blumenstengel, 1965)。

**比较** 本新属在外形特征和后腹刺发育等方面相似于 *Gerodia* (Gründel, 1962), 两者的区别在于前者缺失前端刺, 后腹刺不仅出现在右壳上, 同时也出现在左壳上以及钙化内薄板宽。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世; 欧洲和亚洲。

**刺似盖罗德介(新属、新种) *Paragerodia spinosa* (gen. et sp. nov.)**

(图版 VIII, 图 15—23)

**描述** 侧视, 近长方形。背边直, 微向前倾; 腹边近直, 近中部微内凹, 与背边近于平行。前端较窄且圆, 最突部与体中线等高到微低于体中线; 后端宽, 微圆到近直, 有时上部微斜截, 最突部低于体中线, 宽于前端。壳体近后背角处最高, 体中线以下最长。在两壳后腹端各具有一刺, 短, 向后方伸出。壳面及后端边饰以细刺。其余特征与属征一致。

**度 量 (mm)**

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94758 | ADM 11 | 整   | 0.73 | 0.35 | 0.30 |
| 副 模 | 94757 | ADM 12 | 整   | 0.70 | 0.35 | 0.30 |
|     | 94759 | ADM 12 | 整   | 0.70 | 0.40 | 0.33 |

**近梯形似盖罗德介(新属、新种) *Paragerodia subtrapezoidalis* (gen. et sp. nov.)**

(图版 IX, 图 1—3)

**描述** 壳体较小, 侧视近梯形。背边近直或微拱, 向前倾斜; 腹边弯曲, 中部宽凹。前端圆, 最突部微低于体中线; 后端宽, 斜圆, 上部斜截, 下部向后突出, 低于体中线, 后端宽于前端。壳体后背角处最高, 体中线以下最长。背视, 壳侧凸起较小, 单瓣呈长半椭圆形, 近中部最厚, 向着两端逐渐递减。钙化内薄板宽, 前、后端最宽。壳侧近后腹部具有一较细弱的刺, 向后且微向下方突出。壳面光滑。

**度 量 (mm)**

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94760 | ADM 11 | 左   | 0.78 | 0.45 | 0.20 |

**比较** 本新种与新种 *P. spinosa* 的区别在于侧视近梯形和后腹刺细、弱,位于后腹边缘。

### 小法门介属 Genus *Famenella* Polenova, 1953

**模式种** *Famenella inconditis* Polenova, 1953

**属征** 侧视呈不规则三角形;背边前 1/3 弯曲且于前 1/3 处形成壳体的最高点;前端高于后端,宽,微上翘;后端几近直。左壳不微弱叠覆右壳。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世;欧洲、北美洲和亚洲。

### 近肾形小法门介(新种) *Famenella subreniformis* (sp. nov.)

(图版 IX, 图 4—6)

**描述** 壳体较小,侧视近肾形或近长方形。背边拱,中部近直且向后倾;前 1/3 微外弯,较剧烈地向下倾向前端;后 1/3 近直,向下倾向后端,倾角小于前 1/3。腹边微弯曲,近中部缓和内凹。前端宽,斜圆,上部微斜截,最突部低于体中线;后端窄,微圆,低于体中线。壳体前 1/3 最高,体中线以下最长。背视,两侧强烈凸起,呈卵形,中部偏后或近后中部最厚。左壳大,叠覆右壳,前、后背边和腹边叠覆明显,两端叠覆窄而不显;在铰合部分无叠覆,左壳背边稍高于右壳。铰合线直,位于中、后背边且低于两壳的背边,呈槽状。壳面光滑。因无打开的壳瓣,铰合构造和钙化内薄板发育情况均不明。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94773 | ADM 9 | 整   | 0.85 | 0.48 | 0.48 |

**比较** 本新种外形相似于苏联巴什基尔地区上泥盆统弗拉斯阶的 *F. kairovaensis* (Rozhd., 1972), 两者的区别在于前者两侧强烈凸起,凸度与壳高相等和铰合线低于两壳的背边呈槽状。

### 浪花亚目 Suborder Cytherocopina Gründel, 1968

#### 浪花介超科 Superfamily Cytheracea Baird, 1850

#### 三刺介科 Family Tricorninidae Blumenstengel, 1965

#### 三刺介属 Genus *Tricornina* Boucek, 1936

**模式种** *Tricornina navicula* Boucek, 1936

**属征** 侧视,近三角形。背边长、直;腹边强烈外弯。前端圆;后端锐或微圆。壳侧凸起高,边缘通常较平坦。侧腹刺长而尖锐;前背角刺和后背刺微尖锐。壳面光滑。

**时代和分布** 奥陶纪—早石炭世;欧洲、亚洲和北美洲。



普通三刺介 *Tricornina communis* Blumenstengel, 1965

(图版 IX, 图 7—11)

- 1961 *Tricornina (Bohemina) gracilis*, Gründel, S.82, Taf. 1, Fig. 3—5; Taf. 14, Fig. 8.  
 1965 *Tricornina. communis* Blumenstengel, S. 14, Taf. 1, Fig. 1—13; Taf. 13, Fig. 1—4.  
 1979 *Tricornina. communis*, Blumenstengel, Taf. 1, Fig. 23, 24.  
 1982a *Tricornina. (Tricornina) communis*, Becker, S. 142, Taf. 7, Fig. 19—22.

**描述** 壳体小,侧视近三角形。背边长、直;腹边显著外弯,近前1/3处最剧。前端宽,微圆或近直;后端锐,自后背边端向着腹边斜截或自腹边向着后背边端急剧收缩。壳体近背边最长,近前1/3最宽。背视,壳侧凸起较小,近透镜形,前部较厚,后部较薄,近中部最厚。端视,近三角形,背边薄,向着腹方逐渐增厚,近腹边最厚。壳侧具有三刺,前背角刺强壮,自前背角处向前上方突出;后背刺较细,自后背端向后微向上突起;腹刺位壳侧中腹区,自壳面突起且微后倾斜,与壳面近于垂直,基部粗壮,并逐渐向上变细。壳面光滑。由于仅发现单瓣,故叠覆关系不明。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94761 | ADM 6  | 左   | 0.55 | 0.25 | 0.15 |
|     | 94762 | ADM 12 | 左   | 0.75 | 0.33 | 0.15 |
|     | 94763 | ADM 8  | 左   | 0.45 | 0.23 | 0.13 |

奥沃尔宁介属 Genus *Ovornina* Gründel, 1966模式种 *Tricornina ovata* Blumenstengel, 1962

**属征** 侧视近圆三角形;前背角刺缺失。其余特征与 *Tricornina* (Boucek, 1936) 一致。

**时代和分布** 奥陶纪—早石炭世;欧洲、北美洲和亚洲。

奥沃尔宁介(未定种 1) *Ovornina* sp. 1

(图版 IX, 图 12, 13)

**描述** 壳体小,侧视近三角形。背边长、直;腹边显著外弯,近前端最剧烈。前端宽,近直或微斜圆;后端锐,后背端向着腹边斜截或腹边向上向着后背端急剧收缩。壳体近背边最长,近前端最宽。背视,壳侧凸起中等,近透镜形,前部厚,后部薄,中部偏后最厚。端视,呈三角形,背边薄,向着腹方逐渐增厚,中腹部最厚。腹刺强大,位于腹中区,垂直于壳面且微向后倾斜。背边向后延伸,尾端呈钝刺状。前背角刺不发育。腹视,右壳腹缘呈弓形,说明两壳可能不等,左壳较大。

## 度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94764 | ADM 4 | 右   | 0.60 | 0.28 | 0.20 |

**比较** 当前标本不同于民主德国晚泥盆世的 *O. postcerata* (Blumenstengel, 1965) 在于前端相对较窄和腹刺位于腹中部。由于仅发现个别壳体, 故暂未定种名。

### 深海浪花介科 Family Bythocytheridae Sars, 1926

#### 单角介属 Genus *Monoceratina* Roth, 1928

#### 双肋单角介(新种) *Monoceratina bicostata* (sp. nov.)

(图版 IX, 图 22, 23)

**描述** 壳体小, 侧视近三角形。背边长, 近直; 腹边外弯, 近中部内凹。前端宽, 斜圆, 下部微向腹边斜截; 后端窄, 微圆或近直, 向后突出, 接近背边。壳体近前 1/3 处最宽, 体中线以上最长。背视, 壳侧凸起中等, 近矢形。中部偏后最厚, 由此向着两端减薄, 与前端成缓坡状, 与后端成陡坡状。壳侧自背边中部向着腹方逐渐突起, 腹中区偏下最剧, 其余部分薄, 尤以前端、前腹和后腹部分最为宽、薄。腹刺位于腹区壳体凸起最剧部位, 呈薄板状, 自壳面突起且微向后倾斜; 前背角刺发育, 向前上方伸出。中槽浅而模糊。壳面具有数条细脊, 其中两条较为强壮, 上部一条自腹刺中部开始, 沿与自由边大致平行的方向, 延伸到前背角刺的顶部; 下面的一条自腹刺基部开始, 沿与上面一条平行的方向向前延伸到前腹部; 其余脊细弱, 靠近且平行腹边延伸, 并被限制在壳面凸起的腹部。内视, 钙化内薄板发育, 前和后端宽, 与壳面的扁平区相应。腹中边缘内侧具有一突起的且与壳侧内面垂直的织边, 此织边可能属于壳瓣接触构造的一种类型。叠覆关系和铰合构造不明。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94771 | ADM 10 | 右   | 0.55 | 0.25 | 0.18 |

**比较** 本新种以具有一前背角刺、壳面具有两条明显的脊和中槽发育不明显为特征, 并据以区别于加拿大艾伯塔下密西西比统的 *M. tricostata* (Green, 1963)。

#### 单角介(未定种 1) *Monoceratina* sp. 1

(图版 X, 图 1, 2)

**描述** 壳体较小, 侧视近椭圆形。背边长、直, 略短于壳体的最大长度; 腹边外弯, 中部微内凹。前端圆, 下部微向腹边斜截, 最突部与体中线等高或略高于体中线; 后端窄、钝, 下部向着腹边急剧斜截, 与背边近于等高。壳体体中线以上最长, 近前 1/3 处最宽。背视, 壳体凸起较大, 呈尖卵形, 中部偏后最厚, 向着两端迅速减薄, 呈斜坡状。端视, 近三角形, 背边薄向着腹方逐渐增厚, 腹中部偏下最厚。壳侧前端、腹边和后端薄, 尤以前端和后腹端最为宽薄。中槽发育不显; 近背边具有少量小刺; 腹刺发育, 位于腹中区壳体凸起最大处, 呈薄板状。其余壳面为细坑状。内视, 钙化内薄板发育, 宽, 前端与后腹端最宽; 腹中边缘内侧发育一垂直于内表面的织边, 前面已述及, 它可能是壳瓣接触构造的一种类型。铰合构造不明。



度 量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94772 | ADM 17 | 右   | 0.53 | 0.25 | 0.15 |

**比较** 当前标本外形和装饰相似于美国弗吉尼亚州中宾夕法尼亚统的 *M. winifredeana* (Sohn, 1983), 其区别在于前者腹刺位于腹中区, 背边薄, 背视中部偏后最厚, 与前后端形成斜坡状以及壳体较小等。本标本可能为一新种, 但由于仅发现个别单瓣, 因此暂将它作为未定种归入本属。

似小贝朗介属 Genus *Paraberounella* Blumenstengel, 1965

**模式种** *Paraberounella lobella* Blumenstengel, 1965

**属征** 侧视, 近三角形到近长方形。背边长、直; 腹边外弯。前端宽, 圆、斜圆或近直; 后端锐, 腹边向着后上方和背边端斜截。壳侧通常具有一下弯的叶(即前、后叶在下部相连), 有时发育不太明显, 在叶的后部分(后叶上)总是具有一刺。在叶的上方发育一向背边开口的槽(前、后间的中槽)、坑或凹陷。前端边缘装饰多变, 如细齿状等。钙化内薄板发育。

**时代和分布** 晚泥盆世到早石炭世; 欧洲和亚洲。

萨尔弗尔德似小贝朗介 *Paraberounella saalfeldensis* (Gründel), 1961

(图版 IX, 图 14—17)

1961 *Monoceratina saalfeldensis* Gründel, S. 93, Taf. 3, Fig. 3a—c.

1965 *Paraberounella? saalfeldensis*, Blumenstengel, S. 58.

**描述** 壳体小, 侧视近长方形。背边短、直, 微短于壳体的最大长度; 腹边弯曲, 中部内凹到近直, 与背边近于平行。前端宽, 近直或斜圆, 下部向着腹边斜截; 后端窄、钝, 下部向着腹边斜截或腹边向着后背端迅速收缩。壳体近前部最宽, 体中线以上或近背边最长。背视, 壳侧凸起中等, 呈卵形, 近中部最厚。壳侧中部凸起较强, 由于中槽发育不显, 故下弯的叶状构造也不典型。在叶区的中后部(也就是后叶或壳侧凸起的中后部)具有一自壳面突起的刺, 垂直于壳面且微向后倾斜。在叶的上方, 即壳侧近中部分具有一弱的凹坑。在壳侧前端边缘的中上位置, 具有一垂直于壳面且微向前倾的刺。边缘薄, 与壳侧中部凸起部分成斜坡状, 尤以前端和后腹边最为明显。壳面似为细网纹或坑状。钙化内薄板发育, 前、后端较宽, 腹部较窄。

度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94765 | ADM 8  | 左   | 0.65 | 0.30 | 0.18 |
|     | 94766 | ADM 13 | 左   | 0.60 | 0.30 | 0.18 |

**比较** 当前标本,在某些特征上有时是有变化的,如某些标本相对较瘦长且两侧凸起较小,而另一些则相对较为短高且壳体凸起较大;某些标本叶后部的刺位置较高,另一些则较低;某些标本前背角后侧的收缩凹陷明显,而另一些则不明显;某些标本前端具有一刺,而另一些则无或具有两小刺。就总的特征而言,与民主德国早石炭世 *Gattendorfia* 带的 *P. saalfeldensis* 是一致的。

### 楔形似小贝朗介 *Paraberounella cuneata* (Gründel), 1961

(图版 IX, 图 20, 21)

1961 *Monoceratina? cuneata* Gründel, S. 94, Taf. 3, Fig. 4—6.

1965 *Paraberounella cuneata*, Blumenstengel, S. 58, Taf. 3, Fig. 9—11.

1970 *Paraberounella cuneata*, Blumenstengel, S. 20, Taf. 1, Fig. 5.

**描述** 壳体小,侧视近三角形或楔形。背边长,直,短于壳体的最大长度;腹边弯曲,近前端最剧,中部微内凹。前端宽,斜圆,下部向着腹边斜截;前端向着后端迅速收缩,后端窄且钝尖。壳体近前端最宽,近背边最长。背视,壳侧凸起小,近透镜形,近中部最厚。壳侧具有一下弯的叶,在叶的后上部发育一小刺;在叶的背方,也就是壳侧近中部的上方具有一横槽(中槽),上部浅而不显,下端似为一圆坑,背端与前背凹陷相汇。一刺出现在前端的上部,小而短。叶区膨胀,其余部分薄,尤以前端和后腹边最薄。钙化内薄板发育,前、后端较宽。

#### 度量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|--------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94767 | ADM 12 | 右   | 0.50 | 0.25 | 0.10 |

### 似小贝朗介? (未定种 1) *Paraberounella? sp. 1*

(图版 IX, 图 18, 19)

**描述** 壳体较小,侧视近楔形或长方形。背边长、近直;腹边近直,中部微内凹,与背边近于平行。前端宽,微斜圆;后端窄长,下部向着腹边斜截或后腹边向后上方和后背端迅速收缩。壳体近前端最宽,体中线以上或近背边最长。背视,壳侧凸起中等,呈不规则卵形,近中部最厚,由此向前端缓和递减,向后端迅速减薄。壳侧具有一“U”型叶,前部凸起较小,后部凸起较剧烈。叶上方的中槽发育,其背端与前背凹陷相汇。壳侧具有数刺,其中一刺位于叶后中部,强壮,自壳面突起且微向后倾斜;一刺位于叶前下部,自壳面突起且垂直于壳面,较细小;一刺出现在后腹部,较短小;一刺出现在近前背角处且向前背方突出;其余刺更为细小,星散于壳面。前端边似为锯齿状。

#### 度量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号    | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|--------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94768 | ADM 16 | 左   | 0.65 | 0.30 | 0.15 |



**讨论** 当前标本,从槽的发育特征和后腹刺的出现来看,接近于 *Berounella* (Boucek, 1936); 从外形特征来看,更相似于 *Paraberounella* (Blumenstengel, 1965)。考虑到后腹刺发育较弱,也就是说此刺是否与 *Berounella* 属的后腹刺同质,尚难肯定,故暂存疑归入 *Paraberounella* 属。由于标本少且保存欠佳,故难以进一步鉴定。

### 似小贝朗介(未定种 2) *Paraberounella* sp. 2

(图版 X, 图 3, 4)

**描述** 壳体较小,侧视近楔或近长方形。背边长、直;腹边近直或中部微内凹,与背边近于平行。前端宽,微斜圆,下部向着腹边斜截;后端窄长,下部向着腹边斜截或腹边向后上方和后背边端迅速收缩。壳体中部最宽,近背边最长。背视,壳侧凸起中等,近矢形,中部后部最厚,由此向着前端缓减,呈缓坡状,向着后端剧减,呈陡坡状。壳侧具有一“U”型叶,此叶的后部凸起较高,前部小而低。在叶的上方具有一中槽,其背端与前背凹陷相汇。在叶后中部具有一刺,自壳面突起,但较小;另一刺位于叶前部的顶端且紧挨前背角的下方。少数较细小的刺,无一定规律地分布于壳面和前端边缘。

#### 度量 (mm)

| 模 别  | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 描述标本 | 94769 | ADM 7 | 左   | 0.60 | 0.25 | 0.15 |

**比较** 本标本在外形和叶的特征上相似于民主德国上泥盆统的 *P. lobella* (Blumenstengel, 1965),但前者前背角刺不发育,而在前背角的下方存在一刺或结节,另外,壳面还饰以星散的细刺。当前标本可能为一新种。由于仅发现个别单瓣,因此作为未定种暂归本属。

### 小贝朗介科 Family Berounellidae Sohn et Berdan, 1960

#### 小贝朗介属 Genus *Berounella* Boucek, 1936

##### 模式种 *Berounella rostrata* Boucek, 1936

**属征** 侧视近长方形,后背端强烈向后延伸,截断后端上部,呈管状。背边直;腹边近直,中部微内凹;前端宽圆。壳侧具有一“U”型叶,此叶的前部分通常发育成瘤状或结节状。在“U”型叶的背方具有一向背边开口的横槽(中槽),其背端与前背凹陷相汇。壳侧具有数刺,但只有两刺是稳定的,其中一刺位于壳侧后腹区;另一刺位于叶的后部分。钙化内薄板发育,前端宽,腹边较窄。

**时代和分布** 志留纪一早石炭世;欧洲、北美洲、澳大利亚和亚洲。

#### 近长方形小贝朗介(新种) *Berounella suboblunga* (sp. nov.)

(图版 X, 图 5, 6)

**描述** 壳体小,侧视近长方形。后背端强烈向后延伸,截断后端上部,呈管状。背边

长,近直;腹边近直,中部微内凹,与背边近于平行。前端宽,斜圆,微向腹边斜截;后端宽,斜圆,上部被后背端管状延伸物截断,下部向着后腹边斜截。背视,壳侧凸起中等,呈不规则卵形,中部偏后最厚,由此向着前端递减较缓,向着后端递减较剧烈。壳侧具有一“U”型叶,此叶的前部突起较高,呈瘤状,位于壳侧中前方和体中线附近,并被限制在背边下方;此叶的后部较大,几乎占据壳侧的后半部,突起中等高。在“U”型叶的背方具有一横槽(被“U”型叶包围),自背边向下延伸,超过体中线,宽,上部更宽,并与前背凹陷相汇。壳侧发育有四根主刺,它们分别位于后腹区,即后腹刺,自壳面突起且微向后倾,中等大;“U”型叶的后下部,此刺强大,自壳面突起且明显向后倾斜。其余刺,除中槽上部的相对较大外,均较细小且无一定分布规律,稀疏地星散于壳面。其余壳面似为细坑状。钙化内薄板发育,前端较宽。

#### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号   | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94770 | ADM 6 | 右   | 0.90 | 0.40 | 0.25 |

**比较** 本新种外形和叶的发育特征相似于民主德国晚泥盆世的 *B. minuta* (Blumensengel, 1970),其区别在于前者壳面饰以星散的细刺和后端的管状刺相对较细。

#### 丽足目 Order Myodocopida Sars, 1866

##### 足虫亚目 Suborder Entomozocopina Gründel, 1969

##### 足虫介超科 Superfamily Entomozoacea Pribyl, 1950

##### 足虫介科 Family Entomozoidae Pribyl, 1950

##### 小里氏介亚科 Subfamily Richteriniinae Sylvester-Bradley, 1961

##### 小里氏介属 Genus *Richterina* Gürich, 1896

##### 小里氏小里氏介亚属 Subgenus *Richterina* (*Richterina*)

##### Gürich, 1896

##### 宽阔小里氏小里氏介 *Richterina* (*Richterina*) *latior* Rabien, 1960

(图版 X, 图 17, 18)

- 1959 *Richterina* (*Richterina*) n. sp., aff. *striatula* (Richter), Blumenstengel, S. 68, Taf. 1, Fig. 11.  
 1960 *Richterina* (*Richterina*) *latior* Rabien, S. 69, Taf. 1, Fig. 1—4; pl. 2, figs. 6, 7.  
 1961 *Richterina* (*Richterina*) *latior*, Gründel, S. 123, Taf. 11, Fig. 6.  
 1974 *Richterina* (*Richterina*) *latior*, Groos-Uffenorde and Uffenorde, S.80, Taf. 4, Fig. 5.  
 1974 *Richterina* (*Richterina*) *latior*, 侯祐堂、郑淑英, 237 页, 图版 118, 图 5, 6.  
 1977 *Richterina* (*Richterina*) *latior*, Tschigova, p. 105, pl. 14, fig. 3.  
 1983 *Richterina* (*Richterina*) *latior*, Gooday, p. 763, pl. 74, fig. 1, text-figs. 3a—f.

**描述** 壳体较小,侧视近椭圆形。背、腹边外弯,彼此对称;前、后端圆,等宽,彼此对称。中央肌痕区不明。条纹较密,均等发育,约 25—30 条,呈纵向排列,其中约 8 条沿与边缘一致的方向通过整个壳面,形成环形条纹,这些环形(同心)条纹,在两端尤为明显;其余条纹大致沿与长轴一致的方向通过壳面,在两端与环形条纹接触或不相接触。条纹



间距通常大于条纹宽度。分叉和插入条纹较少。标本一端破损。

### 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号                     | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|-------------------------|-----|------|------|------|
| 近 模 | 94774 | B <sub>4</sub> -6511-15 | 整   | 0.80 | 0.70 | 0.50 |

## 丽足亚目 Suborder Myodocopina Sars, 1866

### 伟星介超科 Superfamily Cypridinacea Baird, 1850

#### 伟星介科 Family Cypridinidae Baird, 1850

#### 阿布辛介亚科 Subfamily Absininae Gründel, 1962

#### 阿布辛介属 Genus *Absina* Gründel, 1962

#### 模式种 *Absina ectina* Gründel, 1962

**属征** 背边直,腹边缓和到显著外弯。喙发育强壮,具有清楚的喙痕(凹痕)。当两壳关闭时,两壳在后端彼此接触或在一长形开口间彼此脱离(不相接触)。壳面网纹状。后背部具有一向后延伸的刺,但变化较大。两壳微不等大(?)。铰合构造,在 *Absina* (*Heterma*) *unispinosa* (Gründel) 的右壳上为一脊,在背边中部形成一凸起部分且延伸到左壳之上;在左壳具有一相应的槽。同种异型现象在模式种上可观察到。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世;欧洲、北美洲和亚洲。

#### 阿布辛阿布辛介亚属 Subgenus *Absina* (*Absina*) Gründel, 1962

#### 模式种 *Absina* (*Absina*) *ectina* Gründel, 1962

**亚属征** 当壳瓣关闭时,两壳在后端不相接触,而被一长形开口隔开。其余与属征一致。

**时代和分布** 晚泥盆世—早石炭世;欧洲、北美洲和亚洲。

#### 腹喙阿布辛阿布辛介 *Absina* (*Absina*) *ventrorostrata* Gründel, 1962

(图版 X, 图 7, 8)

1962 *Absina* (*Absina*) *ventrorostrata* Gründel, S. 93, Taf. 4, Fig. 8—11.

1979 *Absina* (*Absina*) *ventrorostrata*, Blumenstengel, Taf. 4, Fig. 19, 20.

**描述** 壳体较小,侧视近长椭圆形或近长方形。背边弯曲,中部微内凹;腹边近直到微外弯。前端圆,最突部与体中线近于等高;后端锐圆,上部向背边斜截,下部向腹边斜截,近中部形成一尖突,微低于体中线。两端近于等宽。背视,两侧凸起较小,除前端较薄外,其余部分凸起均匀。喙发育,向后下方突出且微超出腹边,喙痕显著。当前标本,一为左壳单瓣(图版 X, 图 7);另一为完整壳体(图版 X, 图 8),但两壳明显错动。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号     | 壳 别 | 长    | 高    | 厚      |
|-----|-------|---------|-----|------|------|--------|
| 近 模 | 94775 | ADM 8   | 左   | 0.68 | 0.30 | 约 0.10 |
|     | 94776 | ADM 1-1 | 整   | 0.80 | 0.40 |        |

**讨论** 当前标本保存欠佳,后端是否发育一长形开口是不可能直接观察到的[无开口的应归 *A. (Heterma)* (Gründel, 1962)]。但从壳瓣后端边缘的特征来看,也就是向内斜凹,推测后端长形开口是存在的。

## 肢足亚目 Suborder Cladocopina Sars, 1866

## ?多肢介科 ?Family Polycopidae Sars, 1866

小盘形介属 Genus *Discoidella* Croneis et Gale, 1938模式种 *Discoidella simplex* Croneis et Gale, 1938

**属征** 壳体较小,侧视近圆形。背边短、直,腹边强烈外弯。端视,壳体近背部最厚,腹边最薄。左壳大,沿自由边叠覆右壳。铰合线短、直,低于背边,呈槽状。壳侧无槽,在腹半部有或无一坑。壳面为网纹状或结节状。

**时代和分布** 晚泥盆世—石炭纪;北美洲、欧洲和亚洲。

结节小盘形介(新种) *Discoidella tuberculata* (sp. nov.)

(图版 X, 图 9—16)

**描述** 壳体小,侧视近圆形。背边短、直,大约相当于壳体最大长度的 1/2;腹边强烈外弯,前腹部最剧。前端宽圆,最突部通常低于体中线;后端宽,斜圆,下部向腹边斜截,最突部高于体中线。背视,凸起大,短卵形或椭圆形,近中部最厚。端视,背半部厚,腹半部薄,腹边最薄。左壳大,沿自由边叠覆右壳,除前端边缘叠覆明显外,其余叠覆极窄或不明显;铰合部分无叠覆。铰合线直,低于两壳背边,呈槽状。壳面饰以细结节,在结节间似为细坑状,近同心状排列。在某些壳体的前端边缘具有锯齿状小齿。

## 度 量 (mm)

| 模 别 | 登记号   | 采集号     | 壳 别 | 长    | 高    | 厚    |
|-----|-------|---------|-----|------|------|------|
| 正 模 | 94780 | ADM 1-1 | 右   | 0.55 | 0.55 | 0.25 |
| 副 模 | 94777 | ADM 16  | 右   | 0.45 | 0.45 | 0.23 |
|     | 94778 | ADM 9   | 左   | 0.43 | 0.43 | 0.18 |
|     | 94779 | ADM 13  | 整   | 0.35 | 0.35 | 0.25 |
|     | 94781 | ADM 1-1 | 左   | 0.50 | 0.50 | 0.24 |

**比较** 当前标本在外形特征上相似于美国南伊利诺斯州上密西西比统的 *D. simplex* (Croneis and Gale, 1938), 其区别在于前者壳面为细结节状和背视壳侧凸起更大。



## 参 考 文 献

- 王尚启, 1986: 黔南泥盆纪浮游介形类的发现及其意义。微体古生物学报, 第3卷, 第1期, 81—88页, 图版I。
- 王尚启、树举、张晓彬, 1982: 广西下雷含锰地层地质时代及沉积环境初探。地层学杂志, 302—306页。
- 王成源、殷保安, 1984: 华南浮游相区早石炭世早期牙形刺分带和泥盆系、石炭系的分界。古生物学报, 第23卷, 第2期, 224—238页, 图版I—III。
- 陈志明、杨培基、潘正甫、侯奎、刘国栋, 1983: 湘、桂中晚泥盆世台槽相沉积特征。沉积学报, 第1卷, 第3期, 88—98页。
- 施从广, 1982: 西藏聂拉木早石炭世介形类的发现。古生物学报, 第21卷, 第3期, 309—314页, 图版I。
- 侯祐堂、郑淑英, 1974: 泥盆系介形类。西南地层古生物手册, 237—238页。科学出版社。
- Bandel, K. and Becker, G., 1975: Ostracoden aus paläozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurian bis Unterkarbon). *Senckenbergiana Lethaea*, Bd. 56, S. 1—83, Taf. 1—8.
- Becker, G., 1971: Paleocology of Middle Devonian ostracods from the Eifel region, Germany. In: Oertli, H. J. (Herausgeber): *Paleoecologie Ostracodes Pau 1970. Bull. Centre Rech. Pau, SNPA*, 5 suppl., PP. 801—816.
- Becker, G., 1978: Flachwasser-Ostracoden aus dem hohen Westfal Asturiens (Kantabrisches Gebirge, N-Spanien). 1. Palaeocopida. *Senckenbergiana lethaea*, Bd. 59, S. 37—69.
- Becker, G., 1981: Ostracoda aus cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 1. Hollinacea, Primitiopsacea, Kirkbyacea, Healdiacea und Bairdiocypridacea. *Palaeontographica*, Abt. A, Bd. 173, S. 1—63.
- Becker, G., 1982a: Ostracoda aus cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 2. Bairdiacea, Cytheracea und Entomozoacea. *Ibid.*, Abt. A, Bd. 178, S. 109—182.
- Becker, G., 1982b: Ostracoden-Entwicklung im Kantabrischen Variszikum (Nordspanien). *N. Jb. Geol. Paläont.*, Abh. 163, S. 153—163.
- Becker, G., 1982c: Fazies-anzeigende Ostracoden-Vergesellschaftungen aus dem frühen Oberkarbon des Kantabrischen Gebirges (N. Spain). *Ibid.*, Abh. 164, S. 307—338.
- Bless, M. J. M., 1983: Late Devonian and Carboniferous ostracode assemblages and their relationship to the depositional environment. *Bull. Soc. Geol. Belg.*, vol. 92, no. 1, pp. 31—53.
- Blumenstengel, H., 1959: Über oberdevonische Ostracoden und ihre stratigraphische Verbreitung im Gebiet zwischen Saalfeld und dem Kamm des Thüringer waldes Freiburger Forsch.-H., C72, S. 52—107.
- Beumenstengel, H., 1965: Zur Taxonomie und Biostratigraphie verkieselter ostracoden aus dem Thüringer oberdevon. *Ibid.*, C183, S. 1—127.
- Blumenstengel, H., 1970: Oberdevonische Ostracoden aus der Bohrung Mandelholz 18/56 (Harz, Elbingeröder Komplex). *Ibid.*, C256, S. 7—36.
- Blumenstengel, H., 1979: Die Ostrakodenfauna der *Wocklumeria*-Stufe (Oberdevon) bei Saalfeld im Thüringer Schiefergebirge. *Z. geol. Wiss.*, Jahr. 7, Helf. 1—6, S. 521—557.
- Boucek, B., 1936: Die Ostracoden des böhmischen Ludlows (Stufe eB). *N. Jb. Mineral., Geol. Paläont., Beil.*, Bd., 76, Abt. B, S. 31—98.
- Bradfield, H. H., 1935: Pennsylvanian ostracodes of the Ardmore basin, Oklahoma. *Bull. Am. Paleont.*, vol. 22, no. 73, pp. 1—172.
- Bushmina, L. S., 1975: Early Carboniferous ostracodes of the Kolimian Massif. *Trans. Inst. Geol. Geophys. Acad. Sci. S.S.S.R., Siberian Division* (in Russian vol. 219, pp. 3—103.
- Cooper, C. L., 1946: Pennsylvanian ostracodes of Illinois *Geol. Surv. Bull.*, vol. 70, pp. 1—176.
- Cronis, C. and Gale, A. S., 1938: New ostracodes from the Golconda Formation. *J. Sci. Labs. Denison Univ.*, vol. 33, pp. 251—295.
- Delo, D., 1930: Some Upper Carboniferous Ostracoda from the Shal basin of western Texas. *J. Paleont.*, vol. 4, no. 2, pp. 152—178.
- Egorov, V. G., 1953: Ostracods from the Frasnian stage of the Russian Platform. 2. Bairdiidae, Hollinidae, Kirkbyidae. *VNIGRI, Trans.*, pp. 1—78.
- Gooday, A. J., 1983: Entomozoacean Ostracods from the Lower Carboniferous of South-Western England. *Palaeontology*, vol. 26, part 4, pp. 755—788.
- Gooday, A. J. and Becker, G., 1979: Ostracods in Devonian stratigraphy. *Spec. Pap. Palaeont.* 23, pp. 193—197.
- Green, R., 1963: Lower Mississippian ostracodes from the Banff Formation, Alberta. *Bull. Res. Council Alberta*, no. 11, pp. 1—237.
- Groos-Uffenorde, H. and Uffenorde, H., 1974: Zur Microfauna im höchsten Oberdevon und tiefen Unterkarbon im nördlichen Sauerland (Conodonta, Ostracoda, Rheinisches Schiefergebirge). *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenk.*

*forsch.*, Bd. 102, S. 58—87.

- Gründel, J., 1961: Zur Biostratigraphie und Fazies der *Gattendorfia*-Stufe in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden. *Freiberger Forsch. H.*, C111, S. 53—173.
- Gründel, J., 1962: Zur Taxionomie der Ostracoden der *Gattendorfia*-Stufe Thüringens. *Ibid.*, C151, S. 51—105.
- Gründel, J., 1966: Zur Entwicklung und Taxienomie der Tricornidae (Ostracoda) in Mitteleuropa. *Paläont. Z.*, Bd. 40, S. 89—102.
- Harlton, B. H., 1929: Pennsylvanian Ostracoda from Menard county, Texas. *Univ. Texas Bull.*, no. 2909, pp. 139—161.
- Jones, T. R. and Kirkby, J. W., 1879: Description of the species of the ostracodus genus *Bairdia* McCoy from the Carboniferous strata of Great Britain. *Quart. J. Geol. Soc. London*, vol. 35, pp. 565—581.
- Knight, J. B., 1928: Some Pennsylvanian ostracodes from the Henrietta formation of eastern Missouri. *J. Paleont.*, vol. 2, no. 2, pp. 229—267.
- Lethiers, F., 1981: Ostracodes du Devonien terminal de l'ouest du Canada: systematique, biostratigraphie et paleoecologie. *Céobios. Mem. spec.* 5, pp. 1—236.
- Morey, P. S., 1935: Ostracoda from the Amsden Formation of Wyoming. *J. Paleont.*, vol. 9, no. 6, pp. 474—482.
- Olempska, E., 1979: Middle to Upper Devonian Ostracoda from the southern Holy Cross Mountains, Poland. *Palaeont. Polonica*, no. 40, pp. 57—162.
- Olempska, E., 1981: Lower Carboniferous ostracodes of the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeont. Polonica*, vol. 26, pp. 35—53.
- Polenova, E. N., 1952: Ostracods from the Upper Givetian of the Russian Platform. *VNIGRI, Trans.*, n. s., no. 60, pp. 65—156.
- Polenova, E. N., 1953: Devonian ostracods from the Central Devonian Field of the central Volga region. *Ibid.*, no. 68, pp. 1—156.
- Posner, V. M., 1951: Lower Carboniferous ostracods of the western part of syncline nearby Moscow. *Ibid.*, no. 56, pp. 1—108.
- Pribyl, A., 1953: The ostracodes of the Middle Devonian (Givetian) of Poland in the profile Grzegorzewice-Skaly in the Gory Swietokrzyskie. *Sborn. ussr. Ustav. geol.*, fasc. 20, pp. 233—344.
- Pribyl, A., 1970: Zur Ostracodenfauna des bulgarischen und jugoslawischen Silurs und Devons. *Izvest. Geol. Inst., Paleont.*, vol. 19, pp. 111—132.
- Rabien, A., 1960: Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.*, Bd. 3, Teil, S. 61—106.
- Rome, D. R., 1971: Contribution a l'etude des ostracodes du Tournaisien inferieur de la Belgique. *Mem. Instit. Geol. Univ. Louvain*, Tome 27, fasc. 1, pp. 1—46.
- Roth, R., 1929: A revision of the ostracod genus *Kirkbyella* and subgenus *Amphissites*. *Wagner Free Inst. Sci. Publ.*, vol. 1, pp. 1—56.
- Roundy, P. V., 1926: Part II—The microfauna. In: Roundy, P. V., Cirty, G. H., and Goldman, M. I., Mississippian formation of San Saba county, Texas. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, no. 146, pp. 5—17.
- Sanches de Posada, L. C., 1977: Ostracodes from the Upper Carboniferous of La Camocha Coal Mine (Asturias, N. Spain). *Rev. Espanola Micropaleont.*, vol. 9, no. 3, pp. 411—438.
- Sohn, I. G., 1960: Paleozoic species of *Bairdia* and related genera. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 330-A, pp. 1—105.
- Sohn, I. G., 1961: *Aechminella*, *Amphissites*, *Kirkbyella* and related genera. *Ibid.*, 330-B, pp. 107—160.
- Sohn, I. G., 1972: Late Paleozoic ostracode species from the conterminous United States. *Ibid.*, 711-B, pp. 1—15.
- Sohn, I. G., 1975: Mississippian Ostracoda of the Amsden Formation (Mississippian and Pennsylvanian) of Wyoming. *Ibid.*, 848-G, pp. G1—G22.
- Sohn, I. G., 1983: Ostracodes of the "Winifrede Limestone" (Middle Pennsylvanian) in the region of the proposed Pennsylvanian System stratotype, West Virginia. *Bull. Am. Paleont.*, vol. 84, no. 316.
- Tschigova, V. A., 1977: Stratigraphy and correlation of Devonian and Carboniferous oil and gas-bearing sediments in the European part of the USSR and in foreign countries, pp. 1—263. Nadra, Moscow.
- Ulrich, E. O., 1891: New and little known American Paleozoic Ostracoda (concluded). *Cincinnati Soc. Nat. Hist., Jour.*, Vol. 13, no. 4, pp. 173—211.
- Ulrich, E. O. and Bassler, R. S., 1906: New American Paleozoic Ostracoda; notes and description of Upper Carboniferous genera and species. *U. S. Nat. Mus., Proc.*, vol. 10, no. 1446, pp. 149—164.



- Wang Shangqi, 1979: On the classification of the superfamily Primitiopsacea. In: Krstic, N. (ed.), Proc. VII Intern. Symp. Ostracodes (Taxonomy, biostratigraphy and distribution of Ostracodes), pp. 35—39, Serbian Geological Society, Beograd.
- Гусева Е. А., 1971: Раннепермские остракоды печорского угольного бассейна. В сб. «Палеозойские остракоды из опорных разрезов Европейской части СССР» М., «Наука». Москва.
- Егорова Л. Н., 1960: Остракоды эйфельских отложений Волго-Уральской платформы. Вопросы нефтепромысловой геологии. *Труды ВНИИ*, вып. 30, стр. 234—270.
- Нецкая А. И. и др., 1960: Новые палеозойские остракоды Русской и Сибирской платформ, Урала и Печорской гряды. В сб. «Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР», ч. 11, стр. 280—366. Госгеолтехиздат, Москва.
- Рождественская А. А., 1972: Остракоды верхнего девона Башкирии. Изд-во АН СССР, Башкирский филиал, стр. 3—193, Москва.

# OSTRACODE FAUNAS FROM THE EARLY CARBONIFEROUS WANGYOU FORMATION IN NANDAN OF GUANGXI AND THEIR PALEOECOTYPE

Wang Shangqi

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

## Abstract

The silicified ostracode faunas under study were collected respectively from the *S. sandbergi* Zone (conodont) in the Early Carboniferous Wangyou Formation of Baping and *S. sulcata* Zone (conodont) in the Early Carboniferous Wangyou Formation of Bading, Nandan County, Guangxi. They contain 30 genera, 2 subgenera, 64 species and 2 subspecies, including 1 new genus (*Paragerodia*), 15 new species, 2 new subspecies and 15 indeterminable ones.

A preliminary discussion about the paleoecotype of ostracode faunas from the above-mentioned areas is given below:

The ostracode fauna (Table 1) comprising podocopids, metacopids, palaeocopids and mydocopids from the *S. sandbergi* Zone in the Early Carboniferous Wangyou Formation of Baping is dominated by podocopids (52 species = 81%), including spinous forms (24 species = 46%), such as gerodiids (*Baschkirina*), berounellids (*Berounella*), tricorninids (*Tricornina*, *Ovornina*), bythocytherids (*Monoceratina*, *Paraberounella*), and certain pachydomellids (*Triplacera*), bairdiids [*Bairdia subcurta* (sp. nov.), *Bairdiella*, *Paragerodia* (gen. nov.)] and bairdiocypridids (*Praepilatina*) and *Rectonaria*; and smooth forms (28 species = 54%), such as pachydomellids (*Microcheilinella*), bairdiocypridids (*Healdianella*), bairdiids (mostly species of *Bairdia*, *Acratia*, *Bairdiocypris* and *Fabaliocypris*). Healdiids (*Healdia*, *Aurigerites*) of Metacopida, kirkbyaceans (*Kirkbya*, *Amphissites*) of Palaeocopida and *Discoidella* and *Absina* (*Absina*) of Mydocopida are spinous and heavily ornamented as well. In addition, small (< 1mm) and thin-shelled species is predominant in this fauna in contrast to those with large (> 1mm) and thick shell from shallow marine. Therefore, it is reasonable to compare the ostracode fauna of the *S. sandbergi* Zone of Baping with that of the "Thüringian ecotype".

*Triplacera oblonga cuneiformis* (sp. et subsp. nov.), a representative of the "Thüringian ecotype," and *Richterina* (*Richterina*) *laticornis*, an important member of the "Entomozoan ecotype", are known to exist from the *S. sulcata* Zone in the Early Carboniferous Wangyou Formation of Bading, in association with ammonoids in addition to conodonts. It looks like a mixed fauna or ecotype of the "Thüringian ecotype" and the "Entomozoan ecotype".

The above-mentioned ostracode faunas are mainly preserved in nodular limestones, which are in general regarded as sediments of subsidiary trough within a widespread shelf platform in China.

Since the genus *Rectoplocera* Blumenstengel, 1965 shares the same diagnosis with the genus *Triplacera* Gründel, 1961, it is not adopted in this paper.



### Genus *Paragerodia* (gen. nov.)

**Type species:** *Paragerodia spinosa* (gen. et sp. nov.)

**Diagnosis:** Carapace smaller, suboblong in lateral view. Dorsal margin nearly straight to gently arched; ventral margin straight or concave near middle. Anterior end rounded; posterior end irregularly rounded with upper truncation, broader than anterior one. Sides moderately convex in dorsal view with greatest thickness near middle. Carapace subovate in end view with greatest thickness in middle part of ventral half. Left valve larger, overlapping the right one, conspicuous along ventral margin, but faint on the rest of margins. A fine and short spine well-developed on posteroventral part of each valve. Surface smooth or ornamented with fine spines.

**Innerview:** Inner calcified lammella well-developed and broader (pl. IX, fig. 2); hinge-ment simple.

**Species:** *Paragerodia spinosa* (gen et sp. nov.), *P. subtrapezoidalis* (gen. et sp. nov.), Genus 1 sp. A (Becker, 1982), Genus 1 sp. B (Becker, 1982) and ?*Tubulibairdia unispina* (Blumenstengel, 1965).

**Remarks:** The new genus *Paragerodia* is similar to *Gerodia* Gründel, 1962 in lateral outline and in the presence of posteroventral spine, but different from the latter in absence of anterior spine and in the presence of posteroventral spine on both left and right valves.

**Occurrence:** China and Europe; Upper Devonian to Lower Carboniferous.

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...



## 图 版 说 明

(标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所。照像标本产地及层位除注明者外,均为广西南丹巴平早石炭世王佑组牙形刺 *S. sandbergi* 带。)

### 图 版 I

- 1, 2. *Kozlowskiella?* sp. 1  
左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 9; 登记号: 94673。
- 3—6. *Shishaella* cf. *mackinneyi* Sohn, 1972  
3—5. 右、左、背视; 6. 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 7; 登记号: 94674, 94675。
- 7, 8. *Coryellina* sp. 1  
左、后端视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94676。
- 9—19. *Kirkbya magna* Roth, 1929  
9—11. 左、背、腹视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94683。12—14. 右、背、腹视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 5; 登记号: 94681。15, 16. 右、腹视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94680。17—19. 右、背、腹视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 15; 登记号: 94682。
- 20—22. *Amphissites centronotus* (Ulrich et Bassler), 1906  
左、腹、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94678。
- 23, 24. *Amphissites robertsi* Morey, 1935  
右、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94677。

### 图 版 II

- 1, 2. *Amphissites* sp. 1  
右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94679。
- 3—7. *Healdia ratra* Gründel, 1961  
3, 4. 右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94685。5—7. 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94684。
- 8—12. *Aurigerites obernitzensis* Gründel, 1962  
8, 9. 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 11; 登记号: 94686。10—12. 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94687。
- 13—19. *Microcheilinella bushminae* Olempska, 1981  
13—15. 右、腹、后端视; 16—19. 右、左、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 7; 登记号: 94688, 94689。
- 20—22. *Microcheilinella* cf. *aculeata* Bushmina, 1975  
右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 8; 登记号: 94690。
- 23—27. *Microcheilinella?* *digitulistriata* Lethiers, 1981  
23, 24. 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 4; 登记号: 94693。25—27. 右、内、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 5; 登记号: 94692。

### 图 版 III

- 1—3. *Microcheilinella* sp. 1  
右、左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94691。
- 4—12. *Triplacera oblonga cuneiformis* (sp. et subsp. nov.)  
4—6. 正模, 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94695。7, 8. 副模, 右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94697。9, 10. 副模, 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 11; 登记号: 94696。11, 12. 副模, 右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94698。
- 13—15. *Triplacera oblonga oblonga* (sp. et subsp. nov.)  
正模, 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 7; 登记号: 94699。
- 16, 17. *Triplacera neolongata* (Blumenstengel), 1979  
左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94694。
- 18—22. *Triplacera triquetra* Gründel, 1961

- 18—20.左、背、后端视；21，22.右、背视，×60。采集号：ADM 10；登记号：94700,94701。  
23. *Triplacera cf. triquetra* Gründel, 1961  
右视，×40。采集号：ADM 16；登记号：94702。

## 图 版 IV

- 1—6. *Præpilatina bapingensis* (sp. nov.)  
1, 2.正模,右、背视,×40。采集号: ADM 16; 登记号: 94711。3, 4.副模,左、背视; 5, 6.副模,左、背视,×40。采集号: ADM 16; 登记号: 94710,94712。  
7, 8. *Bairdiocypris?* sp. 1  
左、背视,×40。采集号: ADM 16; 登记号: 94709。  
9—15. *Rectonaria muelleri* Gründel, 1961  
9—11.左、右、背视,×60。采集号: ADM 10; 登记号: 94707。12,13.左、背视,×60。采集号: ADM 16; 登记号: 94708。14, 15.右、背视,×60。采集号: ADM 10; 登记号: 94706。  
16—19. *Healdianella?* sp. 1  
16, 17.右、背视,×40。采集号: ADM 3; 登记号: 94714。18, 19.右、背视,×40。采集号: ADM 4; 登记号: 94713。  
20, 21. *Healdianella* sp. 2  
左、背视,×60。采集号: ADM 16; 登记号: 94717。

## 图 版 V

- 1, 2. *Healdianella* sp. 3  
右、背视,×60。采集号: ADM 16; 登记号: 94718。  
3—8. *Baschkirina nandanensis* (sp. nov.)  
3—5.副模,右、左、背视,×40。采集号: ADM 9; 登记号: 94724。6—8.正模,右、背、腹视,×60。采集号: ADM 11; 登记号: 94723。  
9—13, 23, 24. *Rectonaria inclinata* Gründel, 1961  
9, 10.左、背视,×60。采集号: ADM 8; 登记号: 94703。11—13.右、背、腹视,×60。采集号: ADM 7; 登记号: 94704。23, 24.右、背视,×60。采集号: ADM 9; 登记号: 94705。  
14—17. *Bairdia feliumgibba* Becker, 1982  
14.右视,×60。采集号: ADM 13; 登记号: 94729。15.左视,×60。采集号: ADM 12; 登记号: 94730。16, 17.右、背视,×60。采集号: ADM 16; 登记号: 94728。  
18. "*Bairdia*" *distracta* Eichwald, 1857  
右视,×40。采集号: ADM 16; 登记号: 94732。  
19, 20. *Bairdia* cf. *plebeia* Reuss, 1854  
右、背视,×40。采集号: ADM 12; 登记号: 94731。  
21, 22. *Bairdia* sp. 1  
左、背视,×40。采集号: ADM 5; 登记号: 94727。

## 图 版 VI

- 1—4. *Bairdia fragosa* Morey, 1935  
1, 2.右、背视,×60。采集号: ADM 9; 登记号: 94716。3, 4.右、背视,×40。采集号: ADM 5; 登记号: 94715。  
5—7. *Bairdia subcestriensis* (sp. nov.)  
5, 6.正模,右、背视,×40。采集号: ADM 8; 登记号: 94725。7.副模,左视,×40。采集号: ADM 16; 登记号: 94726。  
8. *Bairdia korzenewskajae* Posner, 1951  
右视,×40。采集号: ADM 11; 登记号: 94733。  
9—12. *Bairdia kelleri* Egorov, 1953  
9, 10.右、背视,×40。采集号: ADM 13; 登记号: 94734。11.右视,×40。采集号: ADM 12; 登记号: 94735。12.左视,×60。采集号: ADM 8; 登记号: 94736。  
13, 14. *Bairdia* cf. *orientalis* Bushmina, 1975  
右、背视,×60。采集号: ADM 7; 登记号: 94737。  
15, 16. *Bairdia* cf. *curta* M'coy, 1844  
右、背视,×60。采集号: ADM 12; 登记号: 94742。  
17—19. *Bairdia transiva* Gusseva, 1971



- 右、左、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 11; 登记号: 94739。  
20, 21. *Bairdia petiniana* Egorov, 1953  
右、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94738。  
22—24. *Bairdia subcurta* (sp. nov.)  
22. 副模, 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94740。23, 24. 正模, 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6;  
登记号: 94741。

## 图 版 VII

- 1—3. *Bairdia* cf. *transitiva* Gusseva, 1971  
右、左、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 17; 登记号: 94743。  
4—11. *Bairdiacypris cylindrica* (Samoilova et Smirnova), 1960  
4, 5. 右、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94719。6, 7. 左、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 5; 登记号:  
94721。8, 9. 右、背视; 10, 11. 右、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94722, 94720。  
12, 13. *Bairdiacypris* cf. *cylindrica* (Samoilova et Smirnova), 1960  
右、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94745。  
14, 15. *Fabaliocypris* sp. 1  
左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94746。  
16, 17. *Bairdiacypris* sp. 1  
右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 14; 登记号: 94747。  
18—25. *Bairdianella obesa* (sp. nov.)  
18, 19. 副模, 右、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94749。20, 21. 副模, 左、腹视,  $\times 60$ 。采集号:  
ADM 9; 登记号: 94751。22, 23. 正模, 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94748。24, 25. 副  
模, 左、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 14; 登记号: 94750。

## 图 版 VIII

- 1, 2. *Acratia paracooperi* (sp. nov.)  
正模, 右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94752。  
3—5. *Acratia cooperi* Gründel, 1962  
3—5. 右、左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 5; 登记号: 94753。9. 右视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 9; 登记号:  
94754。  
6—8. *Acratia introstrata* (sp. nov.)  
正模, 右、左、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94755。  
10, 11. *Acratia* cf. *mayselae* Egorov, 1953  
右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94756。  
12—14. *Bairdiella?* *dubia* (sp. nov.)  
正模, 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94744。  
15—23. *Paragerodia spinosa* (gen. et sp. nov.)  
15—17. 正模, 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 11; 登记号: 94758。18—20. 副模, 右、背、腹视; 21—23.  
副模, 右、背、腹视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94757, 94759。

## 图 版 IX

- 1—3. *Paragerodia subtrapezoidalis* (gen. et sp. nov.)  
正模, 左、内、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 11; 登记号: 94760。  
4—6. *Famenella subreniformis* (sp. nov.)  
正模, 右、左、背视,  $\times 40$ 。采集号: ADM 19; 登记号: 94773。  
7—11. *Tricornina communis* Blumenstengel, 1965  
7, 8. 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94761。9, 10. 左、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 12; 登记  
号: 94762。11. 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 8; 登记号: 94763。  
12, 13. *Ovornina* sp. 1  
右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 4; 登记号: 94764。  
14—17. *Paraberounella saalfeldensis* (Gründel), 1961  
14, 15. 左、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 13; 登记号: 94766。16, 17. 左、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM  
8; 登记号: 94765。  
18, 19. *Paraberounella?* sp. 1  
左、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94768。

20, 21. *Paraberounella cuneata* (Gründel), 1961

右、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 12; 登记号: 94767。

22, 23. *Monoceratina bicostata* (sp. nov.)

22. 正模, 右视,  $\times 150$ ; 23. 同一标本背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 10; 登记号: 94771。

## 图 版 X

1, 2. *Monoceratina* sp. 1

右、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 17; 登记号: 94772。

3, 4. *Paraberounella* sp. 2

左、背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 7; 登记号: 94769。

5, 6. *Berounella suboblonga* (sp. nov.)

5. 正模, 右视,  $\times 98$ ; 6. 同一标本背视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 6; 登记号: 94770。

7, 8. *Absina* (*Absina*) *ventrorostrata* Gründel, 1962

7. 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 8; 登记号: 94775。8. 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 1-1; 登记号: 94776。

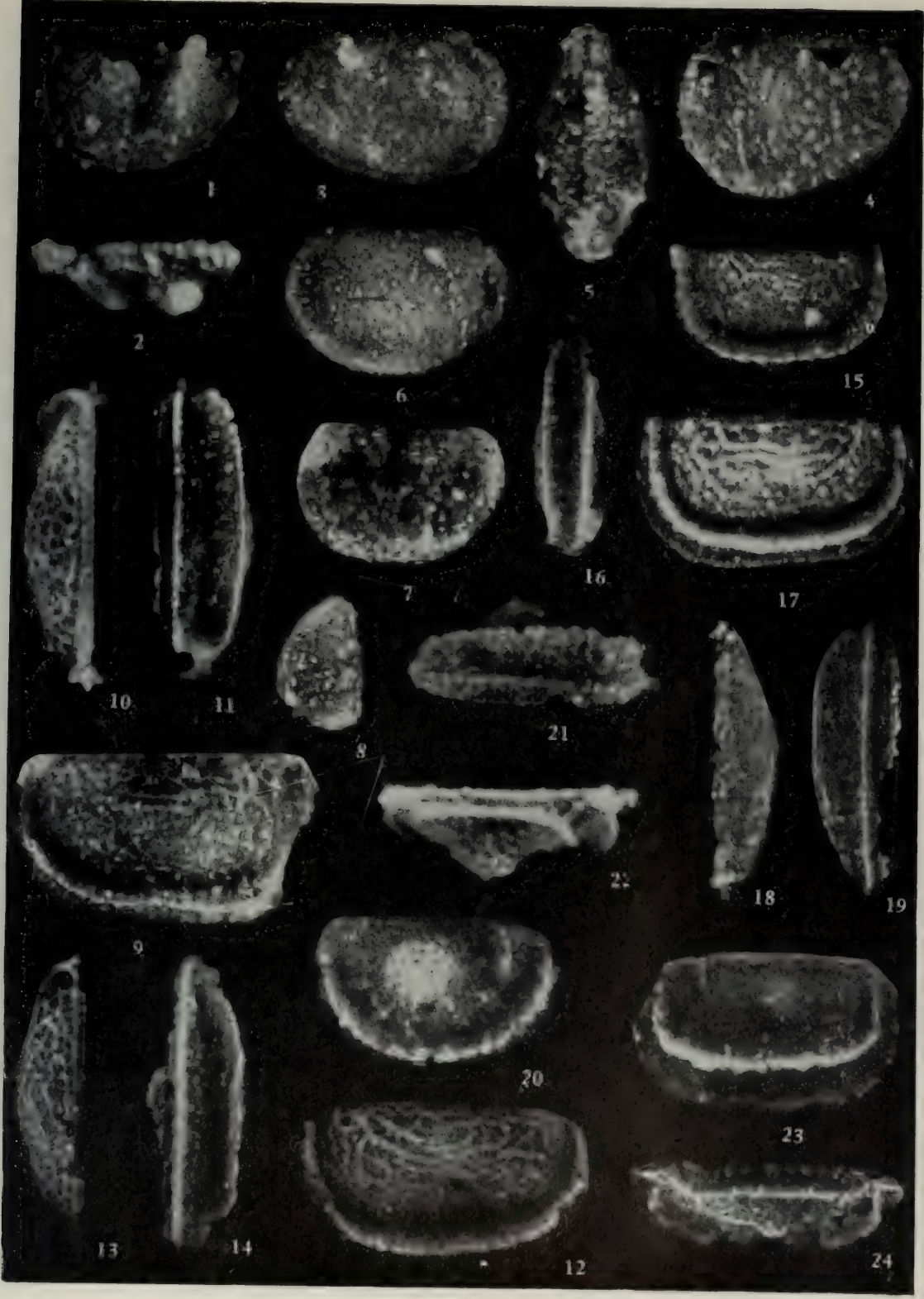
9—16. *Discoidella tuberculata* (sp. nov.)

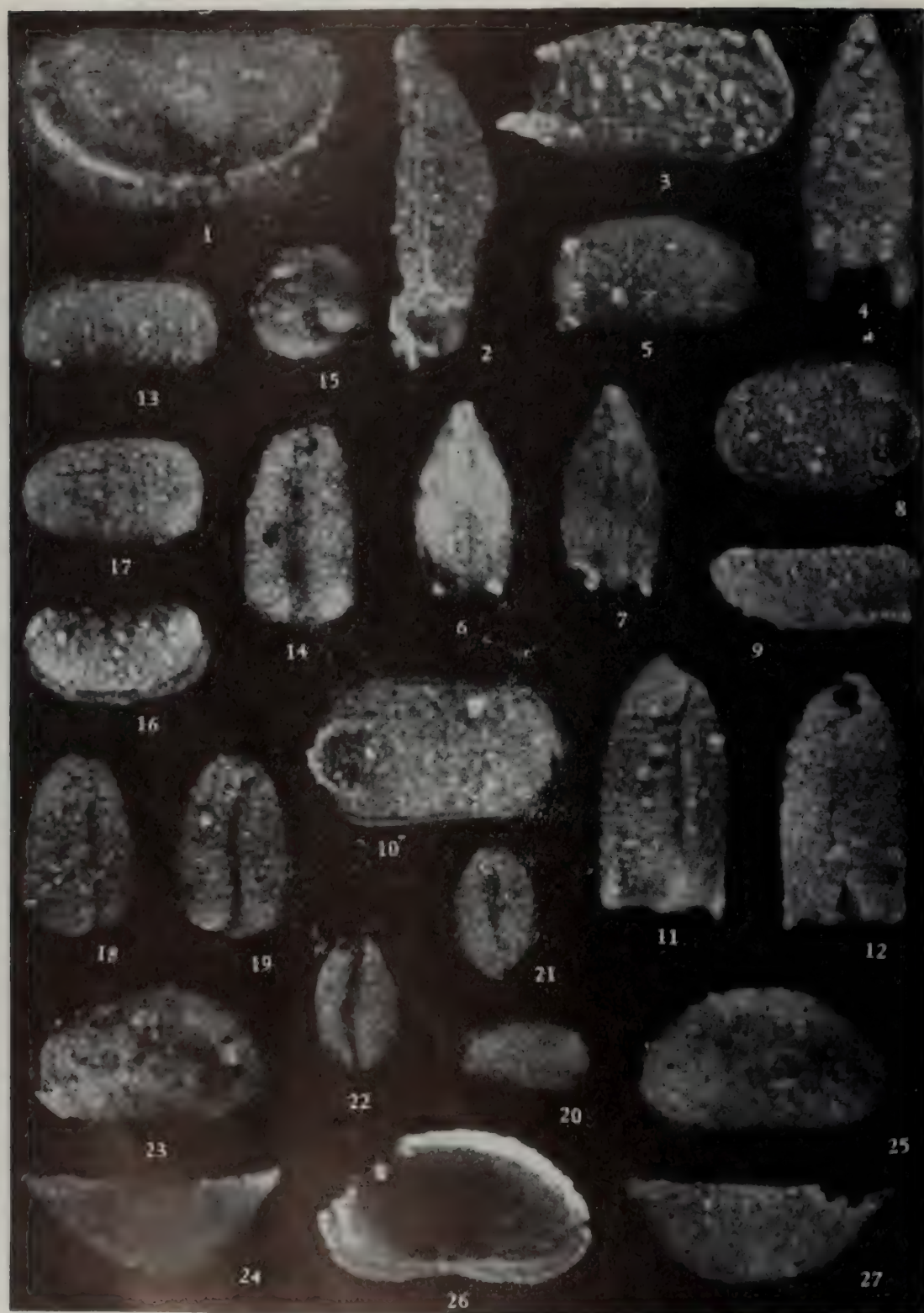
9, 10. 副模, 右、背视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 16; 登记号: 94777。11. 副模, 左视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 9; 登记号: 94778。12—14. 副模, 右、背前端视,  $\times 60$ 。采集号: ADM 13; 登记号: 94779。15. 副模, 左视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 1-1; 登记号: 94781。16. 正模, 右视,  $\times 120$ 。采集号: ADM 1-1; 登记号: 94780。

17, 18. *Richterina* (*Richterina*) *lasiar* Rabien, 1960

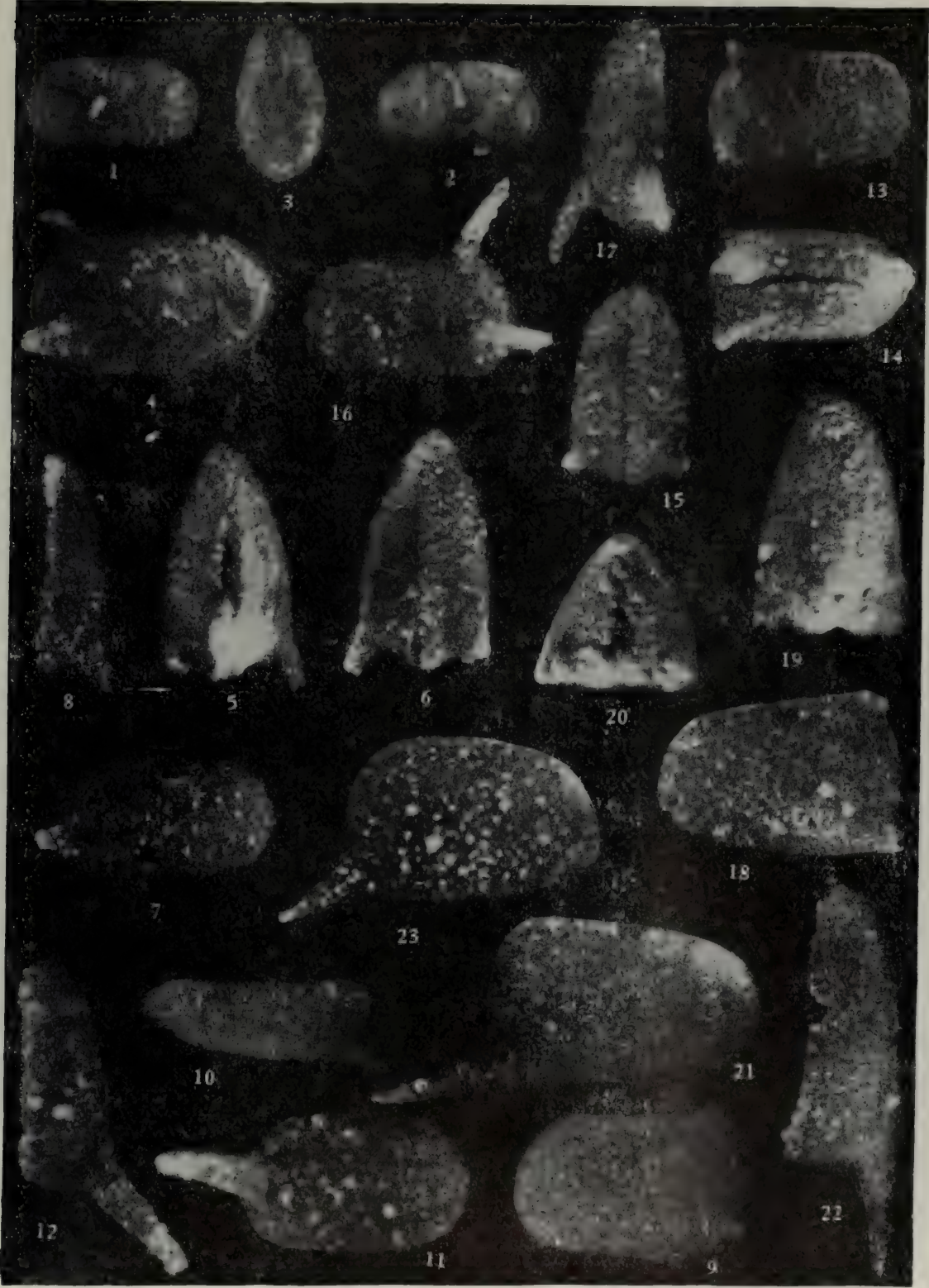
17. 侧视,  $\times 75$ ; 18. 同一标本的末端放大, 示同心纹特征,  $\times 120$ 。采集号: B4-6511-15; 登记号: 94774。南丹巴定, 早石炭世王佑组牙形刺 *S. sulcata* 带。





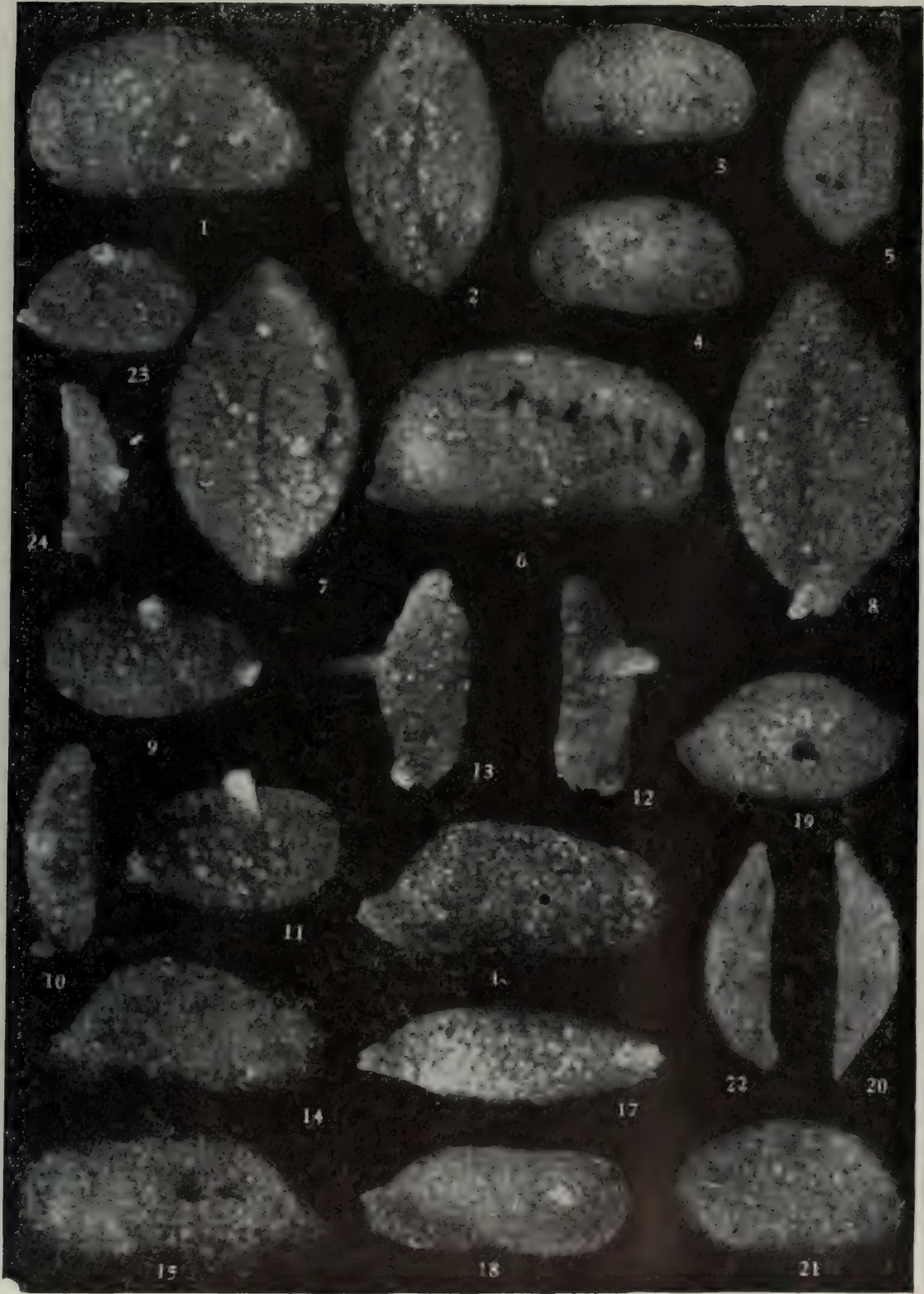


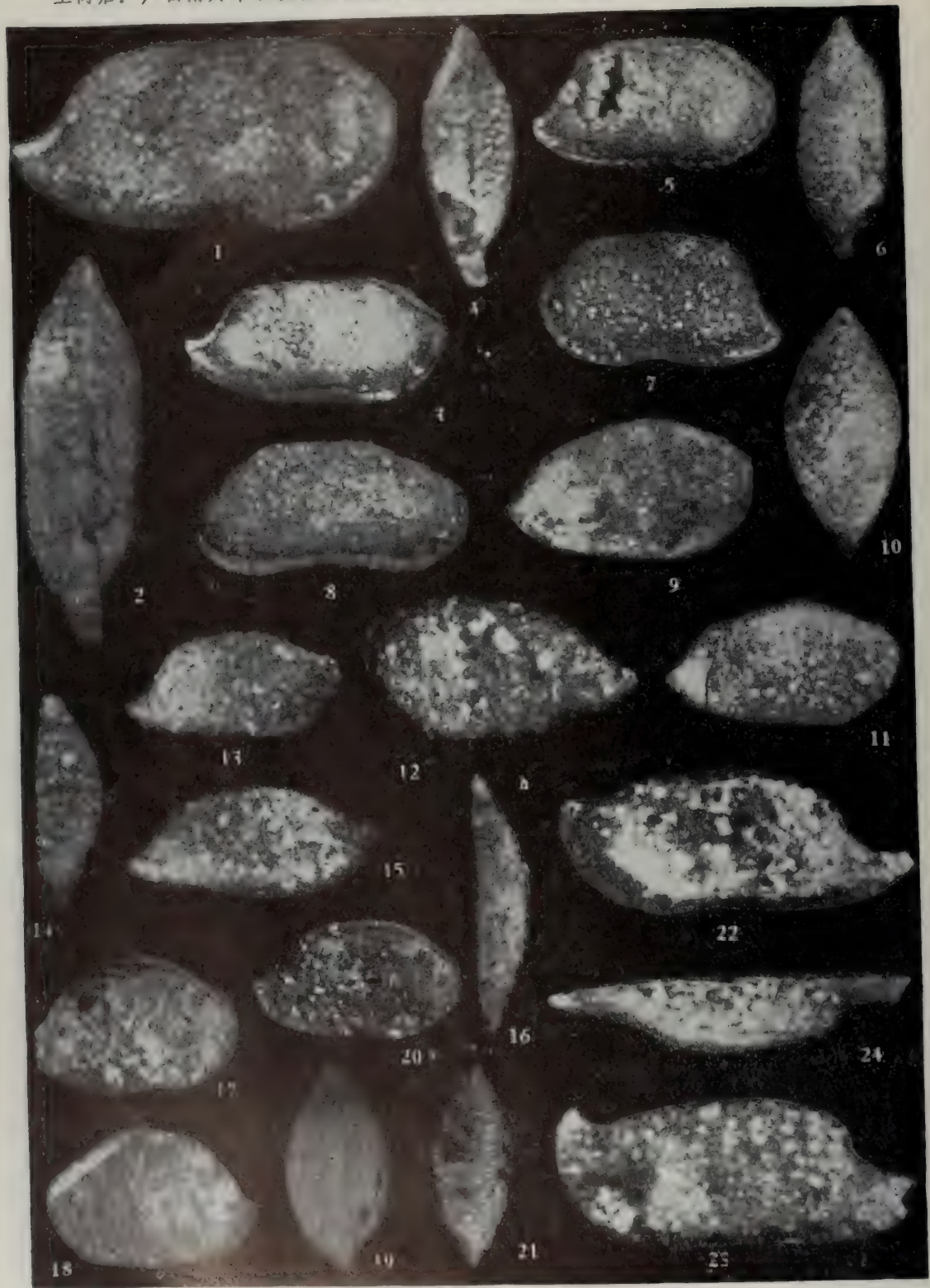




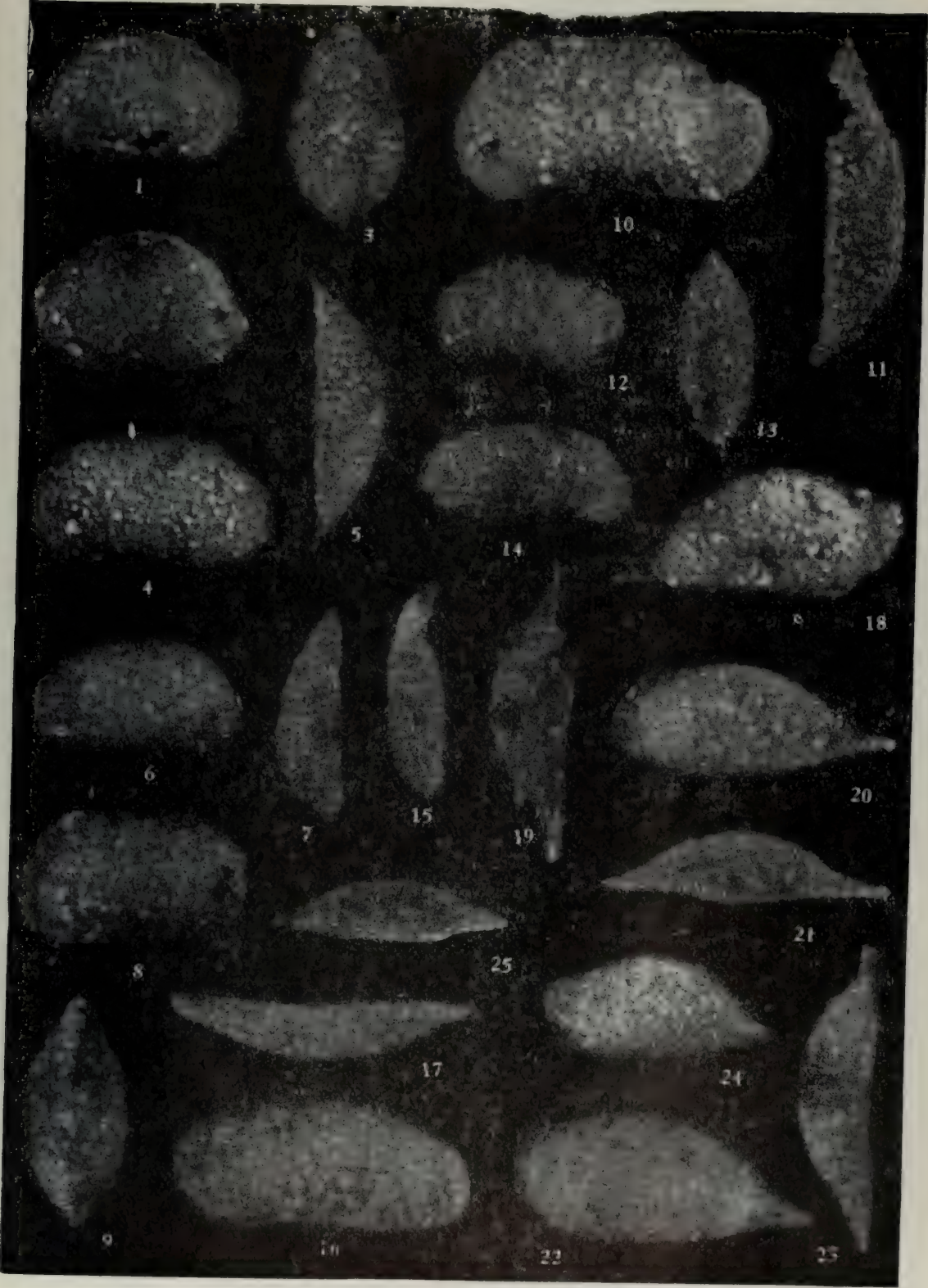


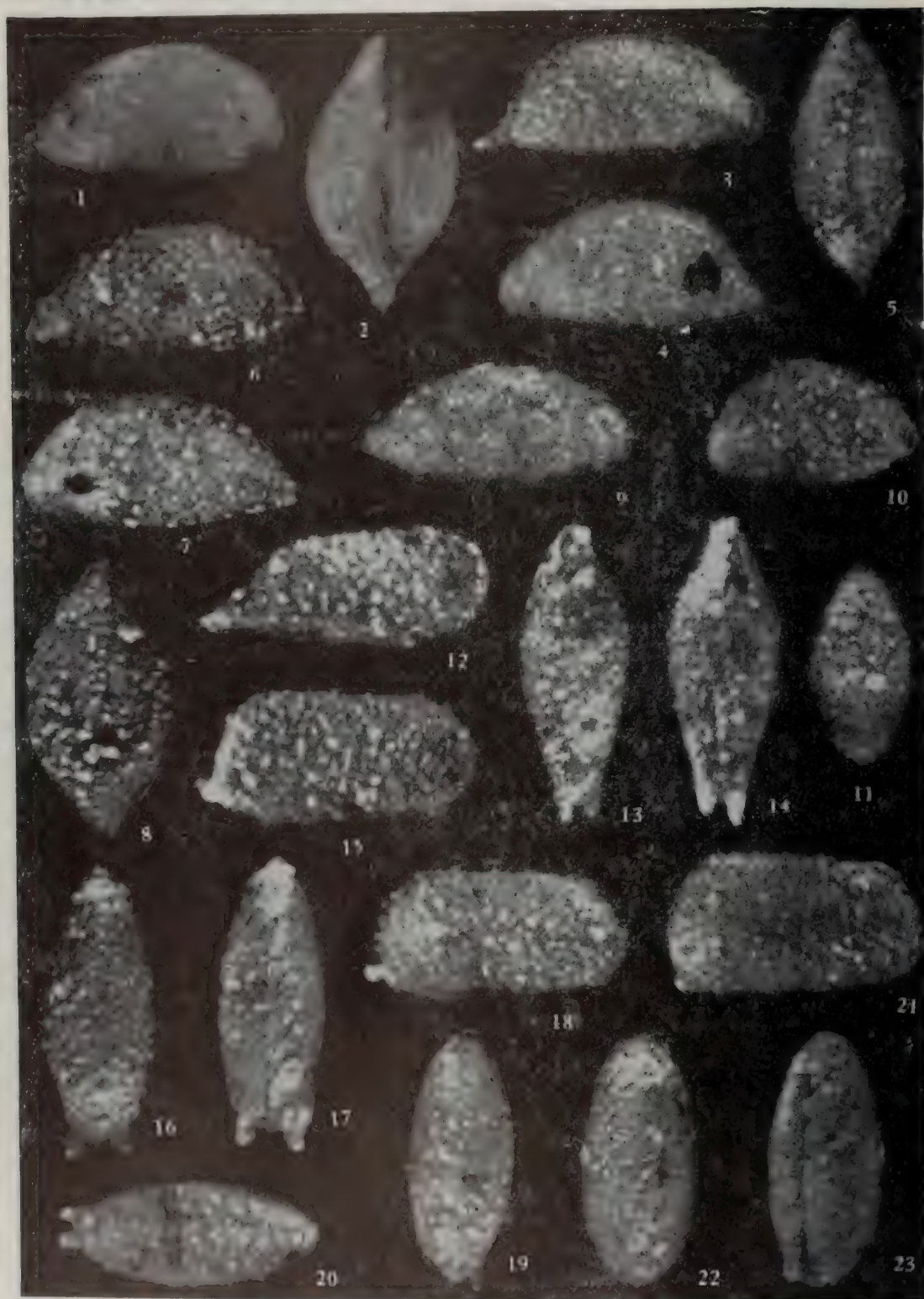




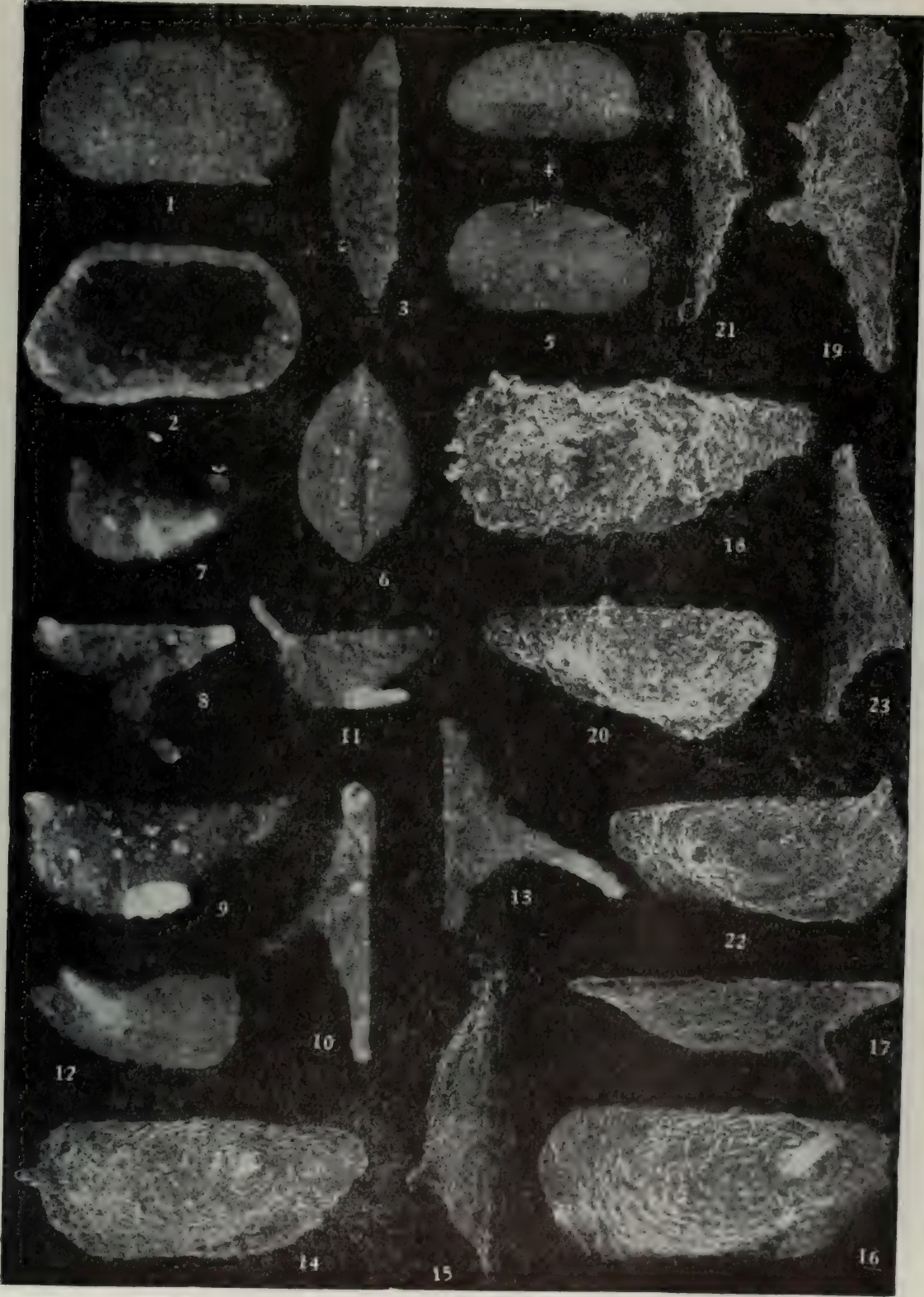




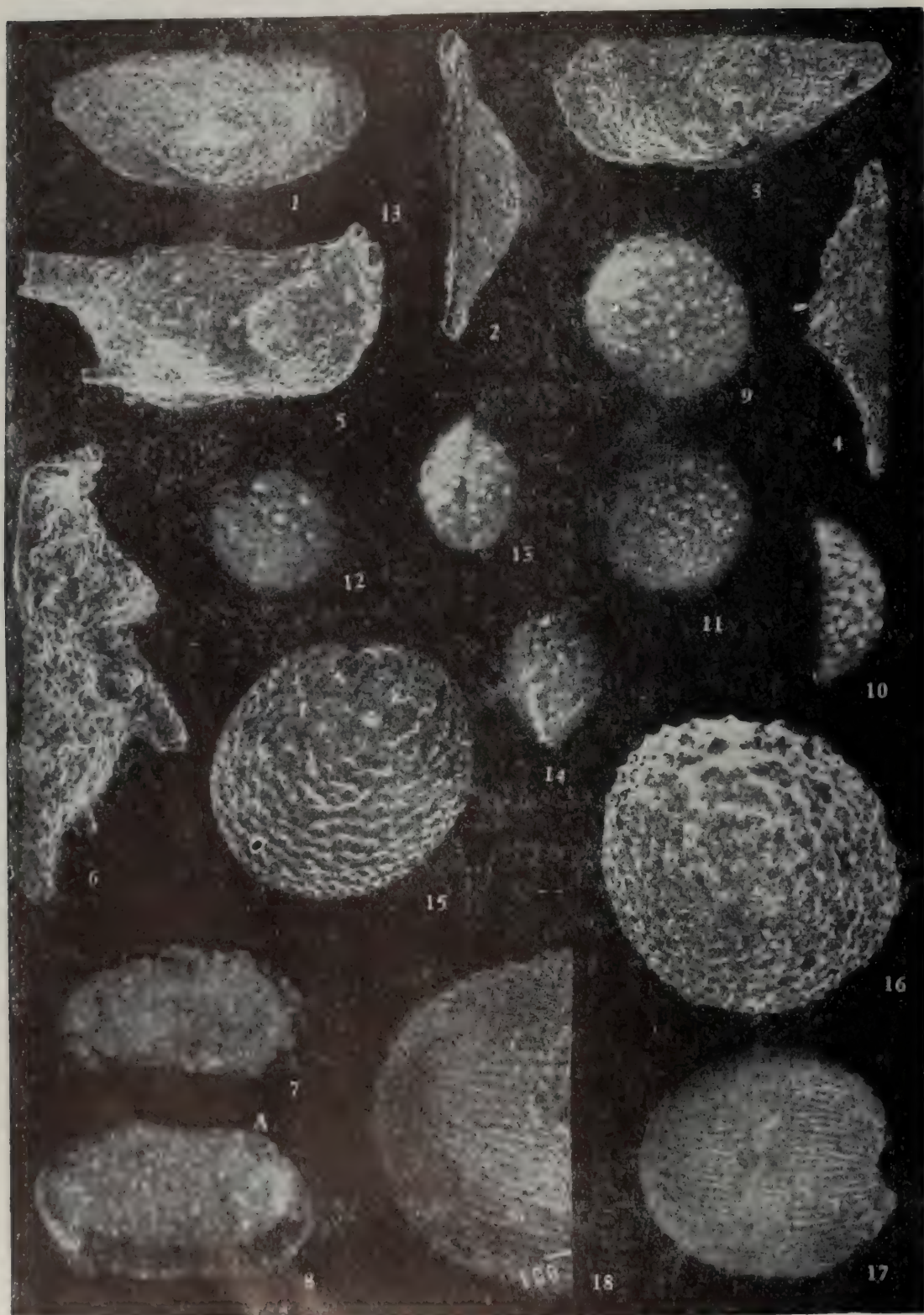














# 论毛庄组的时代及其所含三叶虫

卢衍豪 朱兆玲

(中国科学院南京地质古生物研究所)

张进林

(地质矿产部天津地质矿产研究所)

## 一、前 言

毛庄组一名系卢衍豪和董南庭创于 1953 年,其标准剖面在山东长清县张夏馒头山。毛庄组用来代表中寒武统徐庄组之下,下寒武统馒头组之上的一段厚 32.3 m 的以紫色及紫灰色云母页岩为主的地层,其中夹一部分鲕状灰岩。产有三叶虫、腕足类、软舌螺及藻类等化石。三叶虫中以“*Ptychoparia*”为主,建立了 *Ptychoparia* 带。1962 年,卢衍豪在总结中国的寒武系时,将 *Ptychoparia* 带修订为 *Shantungaspis* 带(1957 年张文堂将部分 *Ptychoparia* 改定为 *Shantungaspis*)。1981 年,项礼文等重新编写《中国的寒武系》时,仍采用 *Shantungaspis* 带。1982 年卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、袁金良在《中国寒武纪地层对比表及说明书》中,于 *Shantungaspis* 带之下,增加了 *Yaojiayuella* 带。

1959 年以前,毛庄组的时代被一致认为属早寒武世晚期,在 1959 年第一次全国地层会议期间有人则提出了不同的看法:一种意见认为属早寒武世;另一种认为属中寒武世,但尚未见于正式刊物上。1960 年翁发报道,在山东张夏寒武纪标准剖面毛庄组中发现三叶虫 *Redlichia* cf. *nobilis* Walcott, 与其共生的还有 *Ptychoparia mantoensis* Walcott, *Shantungaspis aelis* (Walcott) 等,产化石的层位在毛庄组底部一层鲕状灰岩往上 0.5m 处。由于 *Redlichia* 一属系我国早寒武世标准化石,因而也认为毛庄组时代应属早寒武世。七十年代以后,对毛庄组时代的隶属就各有不同了,有归早寒武世的,其理由是在毛庄组发现

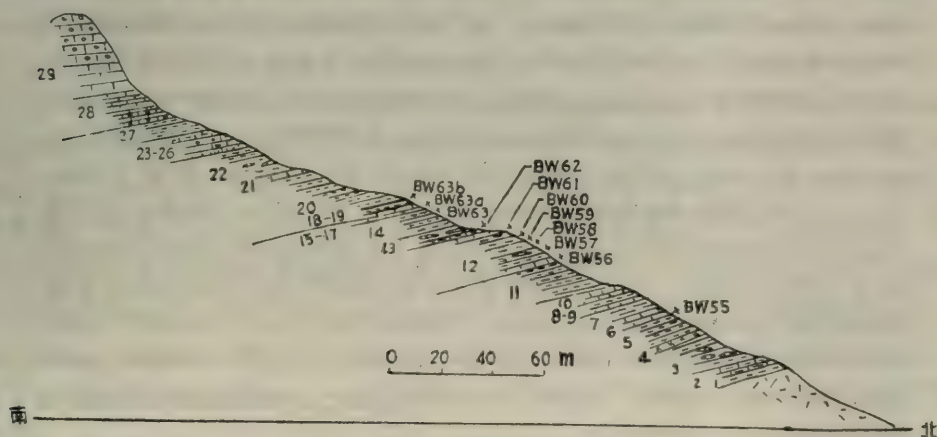


插图 1 张夏馒头山毛庄组剖面图

(Section of the Maozhuang Formation at Mantou hill, Zhangxia)

1—11. 馒头组(4. 燧斑岩侵入体); 12—17. 毛庄组; 18—27. 徐庄组; 28, 29. 张夏组

*Redlichia* 和许多类似北美早寒武世 *Olenellus* 晚期的 *ptychopariids* 类三叶虫, 如 *Syspancephalus*, *Antagmus*, *Eoptychoparia* 等属; 也有归属中寒武世的, 其理由是 *Redlichia* 基本消失和 *Ptychopariidae* 科三叶虫非常繁盛。但无论如何, 对山东张夏馒头山的毛庄组所含的三叶虫动物群, 究属何种面貌, 从未有人做过系统描述。最近, 我们整理了 1952 年卢衍豪和董南庭在这个剖面上所采集的三叶虫化石, 同时补充了 1978 年张进林在观察毛庄组剖面时采集的和 1981 年张文堂、朱兆玲、梁宗玮在毛庄组底部鲕状灰岩中补采的新材料, 下面将 1953 年卢衍豪和董南庭于张夏馒头山所测的毛庄组剖面 and 这次鉴定的三叶虫名单综合节录如下(插图 1):

# 上覆地层 中寒武统徐庄组

18. 灰紫色具斜交层构造、含少量细砾石的鲕状灰岩, 底部产 *Hsuehuangia hsuehuangensis* (Lu), *H. longiceps* (sp. nov.) (BW 63a) 0.25 m

# 中-下寒武统毛庄组

17. 灰色鲕状灰岩 0.30 m
16. 灰色灰岩, 产藻类 *Girvanella manchurica* Yabe et Ozaki (BW63) 0.20 m
15. 灰色鲕状灰岩 0.80 m
14. 紫色易碎页岩 8 m

13. 紫灰色云母质页岩, 夹极多灰岩结核及凸镜体, 产三叶虫 *Shantungaspis aelis* (Walcott) (BW62, 78 shmz 2-1, -6, -7, -8, -9, -16), *S. orientalis* (Endo et Resser) (BW62), *Psilotrachus mantoensis* (Walcott) (BW 62, 78 shmz 2-2, -6, -15), *P. impar* (Walcott) (BW 62), *P. changqingensis* (sp. nov.) (78 shmz 2-1, -3), *P. carinatus* (sp. nov.) (78shmz 2-4, -5, BW62), *P. latus* (sp. nov.) (BW 62), *Ziboaspidella latilimbata* (gen. et sp. nov.) (78shmz 2), *Solenoparia (Plesisolenoparia) angustilimbata* (sp. nov.) (78 shmz 2, 2-11, -12, -13 -14) 4 m

12. 暗紫色砂质云母质页岩, 夹灰色石灰岩凸镜体, 顶部及底部均有灰色鲕状灰岩各一层。自上而下产 6 层三叶虫化石: (6) *Shantungaspis aelis* (Walcott) (BW61, 78shmz 1-3-2, 1-3-7), *Psilotrachus mantoensis* (Walcott) (BW61, 78shmz 1-3-1, 1-3-7), *P. impar* (Walcott) (BW61), *P. carinatus* (sp. nov.) (78shmz 1-3-6), *Ziboaspidella latilimbata* (gen. et sp. nov.) (BW61, 78shmz 1-3-3, 1-3-4, 1-3-8); (5) *Plesiagraulos cf. tienshihfuensis* (Endo) (BW60); (4) *Plesiagraulos cf. tienshihfuensis* (Endo) (BW59), *Psilotrachus* (?) *maozhuangensis* (sp. nov.) (BW59); (3) *Yaojiayuella zhangxiaensis* (sp. nov.) (BW58, 78shmz 1-2, 1-2-2), *Y. diversa* Lin et Wu (78shmz 1-2-6, 1-2-2), *Weiijaspis maozhuangensis* (sp. nov.), *W. (?)* sp. (78 shmz 1); (2) *Yaojiayuella convexolimbata* (sp. nov.) (BW57); (1) *Qiaotouaspis shandongensis* (sp. nov.) (BW56, 78shmz 1-1, 1-1-1, 1-1-2, 1-1-3), *Redlichia* sp. (F1, 78shmz 1-1), *Mantoushanian subconica* (gen. et sp. nov.) (78shmz 1-1, 1-1-9, 1 1-13), *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (gen. et sp. nov.) (78shmz 1-1-11, 1-1-19), *P. planus* (gen. et sp. nov.) (78shmz 1-1-10, 1-1-12) (这层化石产在底部鲕状灰岩内, 约厚 0.50 m) 19 m

# 下伏地层 下寒武统馒头组

11. 鲜红色易碎页岩 13 m

按照上列剖面地层层序和所产的三叶虫化石, 毛庄组除上部 9.30m (第 14—17 层) 内



未采获可供鉴定的三叶虫之外,其下 23m(第 12—13 层)共采得 7 层三叶虫,这 7 层三叶虫可划分为 3 个化石带,由上而下为: (3) *Shantungaspis* 带, (2) *Yaojiayuella* 带和 (1) *Qiaotouaspis* 带。

(3) *Shantungaspis* 带 三叶虫数量较丰富,属种较多,计有: *Shantungaspis aclis* (Walcott), *S. orientalis* (Endo et Resser), *Psilotrachus mantoensis* (Walcott), *P. impar* (Walcott), *P. carinatus* (sp. nov.), *P. changqingensis* (sp. nov.), *P. latus* (sp. nov.), *P. sp.*, *Ziboaspidella latilimbata* (gen. et sp. nov.), *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) *angustilimbata* (sp. nov.), *Plesiagraulos* cf. *tienshihfuensis* (Endo)。其中 *Shantungaspis* 属层位比较稳定,据目前所知,在华北及东北南部的广大地区内均产自毛庄组上部,未在产 *Yaojiayuella* 层内及其下部地层中发现。因此,这个属做为毛庄期中、晚期的带化石是妥当的。*Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) 亚属最先在山西中条山徐庄组下部发现,而在这里却出现在毛庄组上部。因而,这个亚属的时限可从毛庄期上续至徐庄期。*Psilotrachus* 属在这个带内较为丰富和集中,但亦有可能下延至 *Yaojiayuella* 带。*Plesiagraulos* 延续的时间较长,从毛庄期早期至晚期均有出现,甚至可能延至徐庄期早期。*Ziboaspidella* 是个新属,其地层与地区分布尚不明确,但这个属与 *Ziboaspis* 有某些相似之处,*Ziboaspis* 产自山东淄博,据张文堂称采自毛庄期的 *Yaojiayuella* 带内。

(2) *Yaojiayuella* 带 三叶虫数量较多,但属种较为单调。带化石 *Yaojiayuella* 是个垂直分布较窄,但在地区上分布较广的属,在华北及东北南部很多地方的毛庄组下部均有发现。共生的 *Weijiaspis*,首次发现在江苏北部徐州一带的毛庄组下部,地区上的分布尚不明确。1963 年张文堂描述的产自江苏贾汪毛庄组的 *Proboumaniella* 可能是这个带的产物,但在馒头山剖面内没有找到。另外, Walcott 描述的 *Proboumania ligea* 系采自山东张夏可能产自毛庄组,但在我们的标本内亦未见到。

(1) *Qiaotouaspis* 带 是新建的一个化石带。*Qiaotouaspis* 最早由郭鸿俊和安素兰采自辽宁本溪地区的 *Yaojiayuella* 带之下。在本溪剖面内, *Qiaotouaspis* 与 *Redlichia*, *Benxiaspis* 等共生,郭、安将其划归馒头组顶部。在山东馒头山剖面内, *Qiaotouaspis* 亦产自 *Yaojiayuella* 带之下,在这层内,除 *Qiaotouaspis* 外,还有新属 *Mantoushania* 和 *Pseudoplesiagraulos*,以及 *Redlichia* 和一些属、种不能鉴定的 *antagmids* 类三叶虫。虽然 *Redlichia* 在这层保存既欠佳,数量亦较少,但它的存在对于时代的确定是极为重要的。新属 *Mantoushania* 是 *Antagmidae* 科的一个小型三叶虫,此科三叶虫大多见于早寒武世,少量见于中寒武世。新属 *Pseudoplesiagraulos* 的特征介于 *Plesiagraulos* 与 *Parachittidilla* 之间, *Plesiagraulos* 从早寒武世晚期至中寒武世早期,延续较长, *Parachittidilla* 目前则仅知发现于中寒武世徐庄期。此外还有 *antagmids* 类三叶虫,因保存不佳,较难确切鉴定,但占有一定数量。*antagmids* 类三叶虫的时代北美是在早寒武世中晚期至中寒武世早期,而在我国多在早寒武世中、晚期。这个层位的化石,过去知道的较少,1960 年翁发所报道的产 *Redlichia* cf. *nobilis* 的层,即是这个层位。但翁氏发表的三叶虫名单中,与 *Redlichia* cf. *nobilis* 共生的 *Ptychoparia mantoensis* (Walcott) 和 *Shantungaspis aclis* (Walcott),因近年来对华北及东北南部早及中寒武世三叶虫研究较深入,属种名称改动较多,翁氏所采的原标本宜重新鉴定,以确定其与现在所用的新的名称的关系。

表 1 毛庄组时代  
(Historical change of the age)

| 卢衍豪、董南庭,1953     |     |                              | 卢衍豪,1962         |     |                              | 张文堂等,1980 |     |                              |
|------------------|-----|------------------------------|------------------|-----|------------------------------|-----------|-----|------------------------------|
| 早<br>寒<br>武<br>世 | 毛庄统 | " <i>Ptychoparia</i> " 带     | 早<br>寒<br>武<br>世 | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带       | 中寒武世      | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带       |
|                  | 馒头统 | <i>Redlichia chinensis</i> 带 |                  | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带 | 早寒武世      | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带 |

从以上对三个带所产的三叶虫群分析, *Qiaotouaspis* 带内产有 *Redlichia*, 虽然数量不多, 但不少地区在这个带内屡有发现; 除 *Redlichia* 外, 还有较大的 *antagmids* 类, 其中有些属与北美早寒武世晚 *Olenellus* 期的 *Antagmus*, *Eoptychoparia* 等属较为相似, 另外还有少量 *agraulids* 类和 *ptychopariids* 类的三叶虫。由于这个带内产 *Redlichia*, 而 *Redlichia* 又被认为是我国早寒武世的标准化石, 所以将 *Qiaotouaspis* 带归属于早寒武世。至于其上的 *Yaojiayuella* 带和 *Shantungaspis* 带的时代为何, 则是久争未决的问题。在这两个带内至今未发现 *Redlichia*, 所以要肯定其必属于早寒武世就较麻烦。而同时产出的 *ptychopariids* 类愈来愈多, *solenopariids* 类也开始出现, 说明在 *Shantungaspis* 带内的某些三叶虫已具有中寒武世的色彩, 但在这个带内尚没有发现典型的、具有说服力的归属于中寒武世的三叶虫属种。到了徐庄期早期, 三叶虫则猛增至 30 余科之多。很显然, 从毛庄期到徐庄期早期, 三叶虫的发展可以分为三个主要阶段: 第一阶段是 *redlichiid* 类逐渐减少到完全消失, 即从 *Qiaotouaspis* 带到 *Yaojiayuella* 带; 第二阶段是 *ptychopariids* 的兴盛时期, 即 *Yaojiayuella* 带到 *Shantungaspis* 带; 第三阶段是徐庄期早期, 是新生三叶虫大发展时期。总之, 如果强将 *Yaojiayuella* 带和 *Shantungaspis* 带划归早寒武世晚期或中寒武世早期都过于勉强或为时过早。从生物的发展角度来看, 毛庄期是早寒武世与中寒武世三叶虫的过渡时期, 而徐庄期则是中寒武世三叶虫的大发展时期。从岩石性质看来, 山东标准地点的毛庄组的岩性, 也是逐步过渡的。旧称早寒武世馒头组的“馒头页岩”(包括现称的毛庄组), 在其上部, 灰岩透镜体和薄层灰岩逐步增加。到了徐庄组下部, 页岩逐渐减少, 而灰岩逐渐占主要地位, 其间岩性也是渐变的。因此欲从毛庄组中, 以岩性来划分寒武系的下、中统界线也是困难的。笔者认为: 从生物发展角度和岩石渐变角度划分下、中统的界线都有困难这一点, 建议应将毛庄组作为下寒武统与中寒武统之间的过渡层 (*passage beds*)。这样比较符合实际情况。现将毛庄组时代厘定的变迁情况列于表 1。

我国毛庄组出露的区域除华北外, 东北南部也早在 30 年代就有报道 (Endo and Re-sser, 1937; Endo, 1943), 但研究不详。1982 年郭鸿俊和安素兰测制了辽宁本溪碱厂小峪后沟的详细剖面。因为这个剖面很重要, 并为便于进一步讨论, 将其中馒头组顶部至毛庄组顶部的一段剖面节录如下:

中寒武统徐庄组



划分沿革表  
of the Maochuang Formation)

| 项礼文,1981 |     |                              | 卢衍豪等,1982 |     |                                                  | 本 文    |     |                                                                           |
|----------|-----|------------------------------|-----------|-----|--------------------------------------------------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------|
| 中寒武世     | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带       | 早寒武世      | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带<br><i>Yaojiayunella</i> 带 | 中—早寒武世 | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带<br><i>Yaojiayunella</i> 带<br><i>Qiaotouaspis</i> 带 |
| 早寒武世     | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带 | 早寒武世      | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带                     | 早寒武世   | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带                                              |

(上部从略)

- 31.灰色中薄层灰岩,产两层化石,上部产 *Poriagraulos ovatus* Chang (×19), 下部产 *Hsuehuangia hsuehuangensis* (Lu) (×18) 10.8 m
- 30.灰色含海绿石灰岩 11 m
- 下寒武统毛庄组
- 29.紫色含云母片页岩 47.50 m
- 28.紫色云母质页岩,产 *Psilotrachus mantoensis* (Walcott), *Shantungaspis acilis* (Walcott) (×17) 15.1 m
- 27.紫色页岩,产三叶虫碎片 1 m
- 26.紫色云母质页岩,顶部灰岩薄层中产 *Shantungaspis acilis* (Walcott), *Psilotrachus mantoensis* (Walcott), *Plesiagraulos tienshihfuensis* (Endo) (×15) 6.1 m
- 25.紫色页岩,顶部灰岩薄层中产 *Yaojiayunella liaoningensis* Guo et An, *Benxiaspis benxiensis* Guo et An (×14) 10.3 m
- 24.暗紫色页岩,中部产 *Psilotrachus xiaoyuhouguensis* Guo et An (×13). 21 m
- 馒头组
- 23.暗紫色页岩,产 *Benxiaspis benxiensis* Guo et An, *Qiaotouaspis qiaotouensis* Guo et An, *Redlichia tumida* Guo et An 1 m

表 2 山东张夏与辽宁本溪毛庄组对比表  
(Correlation of the Maochuang Formation between Shandong and Liaoning Provinces)

| 山东张夏馒头山 |     |                                                                           | 辽宁本溪碱厂                                                       |     |      |
|---------|-----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|------|
| 中—下寒武统  | 毛庄组 | <i>Shantungaspis</i> 带<br><i>Yaojiayunella</i> 带<br><i>Qiaotouaspis</i> 带 | <i>Shantungaspis</i> 带<br><i>Yaojiayunella</i> 带             | 毛庄组 | 下寒武统 |
|         |     |                                                                           | <i>Qiaotouaspis</i><br><i>Redlichia</i><br><i>Benxiaspis</i> | 馒头组 |      |
| 下寒武统    | 馒头组 | <i>Redlichia chinensis</i> 带                                              | <i>Redlichia</i> ( <i>Pteroredlichia</i> ) 带                 |     |      |

## 22. 紫红色页岩夹泥灰岩透镜体

22.5 m

(以下从略)

上列剖面层序与山东馒头山的非常相似,其所含三叶虫动物群亦可对比,剖面第 23 层内所出现的三叶虫即相当于山东的第 1 带 *Qiaotouaspis* 带,郭、安划归馒头组,第 24、25 层的三叶虫相当于 *Yaojiayuella* 带,第 26—28 层的三叶虫相当于 *Shantungaspis* 带。下面将此两区的这段地层对比如下(表 2)。

二、属种描述<sup>1)</sup>莱得利基虫科 *Redlichidae* Poulsen, 1927莱得利基虫属 *Redlichia* Cossman, 1902莱得利基虫(未定种) *Redlichia* sp.

(图版 I, 图 1, 2)

头鞍凸起,锥形,具 3 对头鞍沟,后两对中部牵接;眼叶长大,呈新月形,后端几近于背沟。活动颊面凸起,宽大,侧边缘宽,亦略凸起,向后略向外伸出一颊刺。从上述特征看,这个头盖和活动颊应归属于 *Redlichia* 属内,但由于标本保存不全,种名不能确定。

对面虫科 *Antagmidae* Hupé, 1953馒头山虫(新属) *Mantoushania* (gen. nov.)模式种 *Mantoushania subconica* (sp. nov.)

**特征** 头盖凸起,近似方形或长方形。头鞍凸起,近似锥形,前端圆润,具 4 对头鞍沟,后两对分叉,中部具一明显的中脊。背沟在头鞍前端宽而深。颈环窄(纵向),靠后缘具一颈刺;颈沟宽而深。内边缘中等凸起,具有放射状细线纹;边缘沟宽而浅,有时中部较两侧更浅;外边缘中部较宽,前缘中部向前拱曲。眼脊粗壮,由相对最前面一对头鞍沟处向外向后斜伸;眼叶中等大。固定颊平缓凸起;后侧边缘沟宽而深,后侧边缘窄(纵向)而凸起。面线前支自眼叶前端向前略向两侧分散伸延;后支自眼叶后端向后向两侧斜伸。

**比较** 小型三叶虫。头鞍凸起,具 4 对头鞍沟,外边缘凸起,中部宽,眼脊粗壮,自相对前面一对头鞍沟向两侧向后伸出。这些特征说明新属应归属对面虫类(antagmids)。*Mantoushania* 以近似锥形的、具有 4 对头鞍沟的头鞍与 *Poulsenia* Resser 可作一比较,但两属区别是明显的,前者内、外边缘均较宽,固定颊相对较窄和颈环上具一颈刺。新属和 *Yuehsienzella* Chang 亦有某些相似之处,其不同是,新属头鞍向前收缩较快,前端圆润,近似锥形,背沟在头鞍前端较深,外边缘较宽,眼脊较粗壮,并向后斜伸和固定颊相对凸度较低。*Mantoushania* 以颈环上具颈刺,眼脊较粗壮和内边缘上具放射状细线纹而可能误定为 *Shantungaspis*,但两属区别是明显的,新属头鞍向前收缩较快,前端尖圆状,近似锥形,而 *Shantungaspis* 头鞍近似长方形,此外, *Mantoushania* 固定颊较窄,眼叶相对较小,前边缘较窄以及边缘沟较浅。

1) 及内三叶虫标本承毛继良和胡尚卿两同志照相,周其义同志清绘图件,谨此致谢。



似锥形馒头山虫(新属、新种) *Mantoushania subconica*  
(gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 3—6)

**描述** 小型三叶虫。头鞍凸起, 较长, 向前迅速收缩, 前端圆润, 近似锥形, 具 4 对头鞍沟, 后面两对(第 3、4 对)向内向后伸延, 且分叉, 第 2 对深而短, 向内略向前斜伸, 前面一对(第 1 对)非常短, 但可见, 向内向前斜伸。背沟在头鞍两侧深而窄, 在头鞍前端变宽而深。颈环中部宽, 后缘上具一颈刺; 颈沟宽而深, 中部略向后拱曲。内边缘凸起, 其在头鞍前的宽度(纵向)约为头鞍长的  $1/6$ , 布满放射状细线纹; 外边缘平缓凸起, 中部宽, 向两侧逐渐变窄, 边缘沟宽而浅, 其中部更浅; 前缘中部向前拱曲。眼脊粗壮, 自相对前面一对头鞍沟处向外向后斜伸, 与眼叶相接。眼叶中等大小, 位于头盖中部。固定颊凸起, 较宽, 其宽度约小于头鞍底部宽的  $1/2$ 。后侧边缘沟宽而深, 逐渐向两侧变宽, 后侧边缘凸起, 非常窄(纵向), 成一细脊状。面线前支自眼叶前端向前略向外分散伸延, 近边缘沟处又向内转, 切于前缘; 后支自眼叶后端向外向后斜伸, 切于后侧边缘。

对面虫科属种未定 *Antagmidae* gen. et sp. indet.

(图版 I, 图 7)

**描述** 头鞍凸起, 截锥形, 前端平圆, 具 4 对头鞍沟, 最后一对分叉明显, 第 3 对(由前向后计算)亦分叉, 但不清楚。颈沟深, 中间向后拱曲, 颈环窄(纵向), 中部宽, 向两侧迅速变窄, 中部具一瘤刺。内边缘较宽, 略凸起; 外边缘较内边缘窄, 翘起较高; 前缘中部略向前拱出, 边缘沟深而窄。眼脊粗壮, 但凸起不高, 自头鞍相对两前侧角向后向外斜伸。眼叶中等大小。面线前支自眼叶前端向外斜伸, 切于前缘。表面布满细小疣点。

属种未定 gen. et sp. indet.

(图版 II, 图 1—3)

**描述** 头盖小。头鞍凸起, 向前迅速收缩, 前端尖圆状, 具 3 对头鞍沟。背沟深而宽。颈沟深, 中部向后拱曲。颈环中部宽, 向两侧很快变窄。内边缘凸起, 向边缘方向逐渐下倾, 边缘沟深而宽, 外边缘窄但翘起较高, 呈窄脊状。眼脊粗壮, 自相对头鞍前端向外略向后伸出, 与眼叶相接, 眼叶中等大小。固定颊向眼叶方向逐渐凸起, 近眼叶处凸起最高。面线前支自眼叶前端向前略向外分散延伸, 切于前缘。壳面布满疣点, 每个疣点中心是个小空洞。

褶颊虫科 *Ptychopariidae* Matthew, 1887

裸壳虫属 *Psilostracus* Chang, 1963

馒头裸壳虫 *Psilostracus mantoensis* (Walcott)

(图版 V, 图 3—8; 图版 VI, 图 3)

1905 *Ptychoparia mantoensis* Walcott, p. 79.

1913 *Ptychoparia* (*Emmrichella*) *mantoensis* Walcott, p. 136, Pl. 13, figs. 1, 1a—c.

1965 *Psilostracus mantoensis*, 卢衍豪等, 138 页, 图版 22, 图 12—14。

1965 *Psilostracus obsoletus*, 卢衍豪等, 137 页, 图版 22, 图 8—9。

关于这个种的头盖特征, 过去已有过较详细的描述, 这里不再重复。 *P. mantoensis* 与其他种最主要的区别是头鞍沟模糊不清, 甚至不见, 边缘沟极浅, 很不清晰, 在掉皮的标本上亦较浅, 但可见, 同时眼脊较低平。在 Walcott 描述的这个种内有一个保存不全的尾部, 这里我们有较好的尾部标本加以补充。尾部近似椭圆形, 中轴凸起较高, 末端圆润, 但向后拖延一尖出的小脊, 分为三个轴节及一末叶, 肋叶中部凸起向边缘逐渐下斜, 成坡状, 肋沟及间肋沟较浅, 边缘较宽平, 在中轴之后略变窄, 无边缘沟所限。这个种的活动颊侧面略凸起, 其上有放射状细线纹, 侧边缘沟宽且浅, 侧边缘和后边缘平凸状。

*Psilostracus* 属是张文堂于 1963 年建立的, 模式种是 *P. obsoletus*。最近, 张文堂和杰尔 (P. A. Jell) 研究了 Walcott 描述的华北地区许多属的模式种标本, 发现 *P. obsoletus* 与 Walcott 描述的 *P. mantoensis* 系同种, 于是 *Psilostracus* 的模式种应改为 *P. mantoensis* (Walcott)。

### 点裸壳虫 *Psilostracus impar* (Walcott)

(图版 VI, 图 1, 2, 4; 图版 VIII, 图 1)

1905 *Ptychoparia impar* Walcott, p. 78.

1913 *Ptychoparia impar*, Walcott, p. 131, pl. 12, figs. 9, 9a.

1942 *Manchuriella impar*, Resser, p. 29.

1965 *Psilostracus impar*, 卢衍豪等, 138 页, 图版 22, 图 10—11。

**比较** 这个种与模式种 *P. mantoensis* 的主要不同是头鞍沟虽浅但可见, 边缘沟宽而深, 极为清晰, 内边缘较凸起, 眼脊较清楚和在头鞍上有时隐约见有一中脊。

### 中脊裸壳虫(新种) *Psilostracus carinatus* (sp. nov.)

(图版 VII, 图 1—4)

**比较** 新种与模式种 *Psilostracus mantoensis* (Walcott) 很相似, 但新种头鞍具一显著的中脊和三对较清楚的头鞍沟。眼脊粗壮, 并显示有一小沟。内边缘平缓凸起, 与眼前翼构成一向前拱曲的带状, 并在眼前翼内具有一对自眼叶前端向内斜伸至边缘沟的脊线。边缘沟中部略向前凹陷, 颈环中部略较两侧宽(纵向), 这些特征可与模式种相区别。

### 长清裸壳虫(新种) *Psilostracus changqingensis* (sp. nov.)

(图版 VI, 图 5, 6)

**比较** 本种与 *Psilostracus impar* (Walcott) 非常相似, 其不同之点是前者头鞍较窄长, 头鞍沟相对较浅, 边缘沟较深但较窄, 外边缘较宽(纵向), 尤其中部更宽, 颈环中部很宽, 向两侧迅速变窄。

### 宽裸壳虫(新种) *Psilostracus latus* (sp. nov.)

(图版 VI, 图 7)

**比较** 新种与模式种 *Psilostracus mantoensis* 较为相似, 但头鞍相对较短, 底部较宽,



向前收缩较快,前端尖圆状,边缘沟较深,外边缘较窄而凸起,颈沟较深且平直和眼脊较清晰。

### 毛庄裸壳虫(?) (新种) *Psilotrachus* (?) *maozhuangensis* (sp. nov.)

(图版 VII, 图 6)

**描述** 头鞍中度凸起,较窄而长,向前逐渐收缩,同时在前部 1/3 处内缩,前端几乎平直,头鞍沟非常微弱,内边缘略凸起,边缘沟宽而深,外边缘凸起较高,横向与纵向均相对较窄,颈环中部宽,向两侧迅速变窄,固定颊相对较窄,眼叶较小,位于头盖中部;面线前支略向两侧分歧伸延。

**比较** 这个头盖与 *Psilotrachus* 的头盖比较相近,但其不同之点是明显的,如眼叶较小,头鞍较窄而长和外边缘凸起较高等。

### 裸壳虫(?) (未定种) *Psilotrachus* (?) sp.

(图版 X, 图 8)

一个尾部标本,形体较大,中等凸起,较宽,中轴倒锥形,向后缓缓收缩,分为三个轴节及一末叶,肋叶向边缘方向逐渐下斜,肋沟及间肋沟均较浅,无边缘沟。这个尾部与 *Psilotrachus* 的尾部最为相似,但形体较大,目前难以归属,暂放置在 *Psilotrachus* 属内。

### 山东盾壳虫属 *Shantungaspis* Chang, 1957

#### 刺山东盾壳虫 *Shantungaspis aclis* (Walcott)

(图版 III, 图 9, 10; 图版 IV, 图 1—7; 图版 V, 图 1, 2)

- 1905 *Ptychoparia aclis* Walcott, p. 75.  
 1913 *Ptychoparia aclis*, Walcott, p. 130, pl. 12, figs. 8, 8a.  
 1957 *Shantungaspis aclis*, 张文堂, 24 页, 图版 1, 图 3(7).  
 1965 *Shantungaspis aclis*, 卢衍豪等, 140 页, 图版 22, 图 18—19.

**描述** 头盖近似方形。横向略较宽。头鞍凸起,向前缓缓收缩,前端截切,近似短长方形,具 3 对或 4 对头鞍沟,后一对向内向后倾斜伸延,有时分叉,第二对较短,向内略略向后伸出,第三对略较第二对短,向前向内斜伸,前面一对(有时出现)非常短,似小凹坑状,由相对眼脊处向内伸出。背沟在头鞍两侧宽而深,于头鞍前端变窄变浅,但仍很清楚。内边缘凸起,与眼前翼横向等宽,均向前平缓倾斜,经常见有网状的放射线纹,边缘沟宽而深,中部略向前拱曲,外边缘凸起,中部宽(纵向),向两侧变窄。颈沟宽而深,平直或中部略向后拱曲,颈环中部宽,有一向后向上斜伸的颈刺。眼脊较粗壮,自头鞍前侧角之后向两侧微微向后伸出,眼叶较大,凸起,位于相对第一对(可见到 3 对头鞍时)头鞍沟与颈沟之间,眼沟宽而清晰。固定颊较宽,其宽度约大于头鞍前端宽的 2/3。后侧翼较长,近于横向伸展。后边缘沟宽且深。后侧边缘窄而凸起。面线前支自眼叶向前向外斜伸,切于外缘;后支短,向后斜伸。活动颊颊面隆起较高,围绕眼台密布有呈放射状网格细线纹,并向着宽而深的边缘沟方向伸延,边缘较宽且凸起,向后并略向内引伸出一粗而长大的颊刺。

可能属于这个种的尾部小,较宽。中轴凸起,较短,向后逐渐收缩,末端圆润,分成2—3个轴节及一末叶,横沟浅,有的甚至不清晰,肋叶中部略凸起,见有4对肋沟,仅第一对肋沟清楚,其他均较浅。无明显边缘及边缘沟,肋沟几乎伸达外缘。

**比较** 在这里暂时归属到这个种的尾部与 Walcott 描述的尾部相比较,是有区别的,但 Walcott 的尾部标本保存不全,较为破碎,从裸露的腹边缘看,边缘较宽,而我们的尾部标本边缘较窄同时无明显的边缘沟。其他特征难以比较。

### 东方山东盾壳虫 *Shantungaspis orientalis* (Endo et Resser)

(图版 IV, 图 8)

1937 *Ptychoparia orientalis* Endo and Resser, p. 276, pl. 20, figs. 7—13.

1937 *Elrathia manchuriensis*, Endo and Resser, p. 218, pl. 20, fig. 6.

1965 *Shantungaspis orientalis*, 卢衍豪等, 140 页, 图版 22, 图 20—21。

这个种与模式种 *Shantungaspis aclic* 不同之处是头鞍虽呈切锥形, 但两前侧角圆润, 外边缘纵向较窄和颈环较窄(纵向), 中部具一小瘤或者是小瘤刺。

### 山东盾壳虫(未定种) *Shantungaspis* sp.

(图版 IX, 图 7)

**描述** 一个破碎的头盖, 中等凸度, 头鞍截锥形, 前端圆润, 内边缘略凸起, 与眼前翼横向等宽, 外边缘凸起略高于内边缘, 颈沟宽而深, 中部略向后拱曲, 颈环中部宽, 向两侧迅速变窄, 中部具一粗壮颈刺, 固定颊保存不全, 眼叶没有保存, 但眼脊隐约可见。从一般形态看与 *Shantungaspis* 较为相似, 仅头鞍向前收缩较明显。

### 桥头盾壳虫属 *Qiaotouaspis* Guo et An, 1982

#### 山东桥头盾壳虫(新种) *Qiaotouaspis shandongensis* (sp. nov.)

(图版 I, 图 8, 9; 图版 II, 图 4—7)

**描述** 头盖宽, 平缓凸起。背沟在头鞍两侧窄而深, 在前端变浅, 甚至不明显。头鞍短, 向前缓慢收缩, 前端截切, 呈截锥形, 略凸起, 在粗壮的中脊两侧, 具3对头鞍沟, 后一对较长, 向内向后伸延, 且分叉, 中部一对较后一对短, 伸延方向与后一对相似, 前面一对与中间一对长度相似, 但较横直向内延伸。颈沟中部较横直, 两侧微向前斜伸; 颈环中部宽, 靠近后缘具一小颈疣, 两侧变窄。内边缘无论横向或纵向均较宽大, 在头鞍前部呈一穹堆状隆起, 但凸度并不太大, 约与头鞍、固定颊等高, 纵向长度约与头鞍长度和固定颊的宽度相等, 而且与眼前翼构成向前倾斜的缓坡。边缘沟窄而较深; 外边缘窄, 向上翘起。眼脊粗壮, 自头鞍前侧角处向前略斜伸, 然后向外平伸, 而后向后弯曲, 并变粗, 与眼叶相连; 眼叶中等大小, 凸起, 位于头鞍中线之前, 一般不易保存。固定颊宽太, 平缓凸起, 向背沟及后侧翼方向倾斜, 其宽度约为头鞍前端宽度的1.5倍。后侧翼宽, 后侧边缘沟窄而深; 后边缘窄, 向两侧逐渐变宽。面线前支自眼叶前端向前向两侧分散, 越过边缘沟向内圆滑收敛; 后支向后略向外斜伸。

尾部小, 中轴宽, 向后逐渐收缩, 后端圆润, 横沟浅, 分成3节及1末节, 肋叶上肋沟窄



而深,间肋沟浅,无明显边缘沟。

**比较** 本种与模式种 *Qiaotouaspis qiaotouensis* 不同之处是前者头盖较宽,头鞍略较宽、短,头鞍沟清晰,固定颊较宽和内边缘纵向亦较宽大。

### 小姚家峪虫属 *Yaojiayuella* Lin et Wu, 1980

#### 前扩小姚家峪虫 *Yaojiayuella diversa* Lin et Wu

(图版 III, 图 4—6)

1980 *Yaojiayuella diversa*, 张文堂、林焕令等, 51 页, 图版 2, 图 6。

**比较** 山东所发现的 *Yaojiayuella diversa* 的头盖与山西中条山产的 *Y. diversa* 基本相同,其主要特征是面线前支较向两侧分散伸延,从而前边缘横向较宽。

#### 张夏小姚家峪虫(新种) *Yaojiayuella zhangxiaensis* (sp. nov.)

(图版 III, 图 1—3)

**描述** 头盖宽,平缓凸起。头鞍切锥形,前端较平直,中部略略向内收缩,具 3 对模糊不清的头鞍沟。颈沟窄但清晰,中部略向后曲,颈环中部宽,并具一小中瘤。内边缘中部微微隆起,横向宽度均匀,边缘沟浅,由三个弧形线段组成,中部弧形沟的两端加深,并略向后拱曲,外缘中部略向前凸出,中部略宽,向两侧逐渐变窄。眼脊由头鞍前端微微向后向两侧伸出,眼叶中等大小,约位于头盖中部。固定颊平缓凸起,其宽度略大于头鞍底部宽的 1/3。后侧翼宽大;后侧边缘沟宽而深,非常清晰,后侧边缘凸起,较窄(纵向)。面线前支自眼叶前端向前微向外分散伸延,越过边缘沟后即向内折曲切于前缘,面线后支由眼叶后端向后并向外斜伸。

**比较** 新种与模式种 *Yaojiayuella ocellata* Lin et Wu 主要不同是眼叶相对较大,头鞍沟较模糊,眼脊微微后斜。新种与 *Y. diversa* 较为相似,不同的是面线前支微微向外分散伸延和内边缘中部相对较凸起。

#### 凸边小姚家峪虫(新种) *Yaojiayuella convexolimbata* (sp. nov.)

(图版 II, 图 8; 图版 III, 图 7, 8)

**描述** 头盖平缓凸起;头鞍截锥形,前端几乎平直,具 3 对模糊不清的头鞍沟;外边缘窄而翘起;眼脊窄而显著,近于平伸;眼叶小,边缘沟折曲。从以上特征来看,置于 *Yaojiayuella* 属内较为妥当。

**比较** 新种与模式种 *Yaojiayuella ocellata* 明显不同的是新种外边缘窄而翘起,边缘沟较浅和内边缘中部凸度较低。

### 魏集盾壳虫属 *Weijiaspis* Qiu, 1983

#### 毛庄魏集盾壳虫(新种) *Weijiaspis maozhuangensis* (sp. nov.)

(图版 II, 图 9)

**描述** 头鞍凸起,向前收缩,中部略内缩,前端平圆,近似截锥形,具 4 对头鞍沟,最后一对较长,可见分叉现象,向内向后斜伸,第二和第三对长度相似,均向内延伸,前面一对

向内略向前伸出。背沟深而宽。颈沟宽而浅;颈环中部宽,于中部沿后缘具一小颈疣。内边缘凸起,较宽,隐约见有放射状细线纹;外边缘厚而凸起,于两侧末端变窄(纵向);边缘沟分成三段,中部向前拱曲呈弧形,此弧形两末端与两侧的衔接处较深,呈长坑状,前缘中部向前拱曲。眼脊清晰,自相对第一对(前面)头鞍沟处向后向外斜伸;眼叶中等大小。固定颊平凸。后侧边缘沟宽而深,后侧边缘呈窄脊状。面线前支自眼叶前端向前向外斜伸,后支未保存。表面近于光滑。

**比较** 新种与模式种 *Weijiaspis reflexa* Qiu 不同之处是头鞍底部相对较宽,内边缘较宽,头鞍沟较清晰和背沟较宽而深。

### 魏集盾壳虫(?) (未定种) *Weijiaspis* (?) sp.

(图版 II, 图 10)

**描述** 仅有一个头盖标本,其轮廓大致与 *Weijiaspis* 相近,但仔细比较,不同之处是这个头盖的头鞍较短较宽,内边缘相对较宽,而外边缘较窄且凸度较低,同时眼脊亦较低。这个头盖以较宽的内边缘可与 *Probowmaniella* Chang 作一比较,其区别是后者个体较大,头鞍向前收缩较迅速,眼脊显著,边缘沟相对较深,外边缘纵向较宽和固定颊相对较窄。

### 小淄博壳虫(新属) *Ziboaspidella* (gen. nov.)

#### 模式种 *Ziboaspidella latilimbata* (sp. nov.)

**特征** 头盖近似方形,中等凸度。头鞍凸起,近似锥形,头鞍沟模糊不清。背沟窄。内边缘平凸,较宽,外边缘凸起,其中部宽度(纵向)略大于内边缘宽度(头鞍前)的  $1/2$ ,边缘沟宽而深。颈沟浅,颈环中部宽。眼脊低,模糊不清(掉皮标本上可见到),眼叶窄而长,固定颊平缓凸起,中等宽度。后侧边缘沟宽而深。面线前支自眼叶前端向外分散,于边缘沟处又向前向内翻转斜切于前缘;后支自眼叶后端向外向后延伸。

**比较** 新属与 *Ziboaspis* Chang 较为相似,不同的是新属外边缘宽,且凸度较低,头鞍较窄而短,近似锥形和固定颊相对亦较窄。新属与 *Psilostracus* Chang 的区别是,内、外边缘均较宽,且凸度较低,眼叶较长大,边缘沟较深和固定颊凸度较低。

### 宽边小淄博壳虫(新属、新种) *Ziboaspidella latilimbata* (gen. et sp. nov.)

(图版 VIII, 图 2—6)

**描述** 头盖近似方形,平缓凸起。头鞍凸起,两侧向前逐渐收缩,前端圆润,近似锥形,一般不见头鞍沟,在掉皮的标本上隐约见有头鞍沟。背沟在头鞍两侧较前端的略深。颈沟浅而宽,中部向后略拱曲,颈环中部宽,向两侧变窄。内边缘较宽,平凸;外边缘凸起,较宽,其宽度(纵向)小于内边缘(头鞍前)的宽度,前缘中部向前拱曲,边缘沟清楚。眼脊低,甚至不见(掉皮标本上可见到);眼叶窄长,位于头盖中后部。固定颊平凸,其宽度约为头鞍底部宽度的  $1/2$ 。后侧边缘沟深而宽,后侧边缘凸起,向外逐渐变宽(纵向)。面线前支自眼叶前端向前略向外分歧伸延,至边缘沟处又向内翻转,斜切于前缘;后支自眼叶后



端向外向后斜伸，切于后侧边缘。

**比较** 本种与 *Ziboaspis ruichengensis* Lin et Wu 的不同在于前者外边缘较宽且较平，内边缘较宽，眼脊低和头鞍近似窄锥形。

### 褶颊虫科属种未定 1 *Ptychopariidae* gen. et sp. indet. 1

(图版 VIII, 图 7)

**描述** 仅一块头盖标本。头鞍中等凸起，向前逐渐收缩，前端平圆状，未见头鞍沟。背沟窄而深。内边缘略凸起，边缘沟两侧较深，中部略变浅，外边缘较内边缘略凸起，其宽度(纵向)几乎与内边缘相等(在头鞍前的宽度)，前缘中部略向前拱曲。眼脊细，较低，自头鞍前端两前侧角之后向外略向后斜伸，与眼叶相连。眼叶较小。固定颊平缓凸起，其宽度约为头鞍底部宽的 2/3。后侧边缘沟深，后侧边缘呈细脊状。面线前支自眼叶前端向前略向两侧斜伸，直切于前缘。后支自眼叶后端向后略向外伸出，切于后侧边缘。

这个头盖以较小的眼叶和近似截锥形的头鞍与 *Yaojiayuella* 相似，其不同是这个头盖头鞍向前收缩较迅速，外边缘较宽，边缘沟折曲不显著和眼脊较低。与 *Weijiaspis* 头盖不同之处是内边缘较窄，边缘沟没有明显折曲，眼脊低，外边缘凸度较低和未见头鞍沟。

### 褶颊虫科属种未定 2 *Ptychopariidae* gen. et sp. indet. 2

(图版 X, 图 7)

**描述** 尾部标本，个体较大，中等凸起，中轴呈倒锥形，缓缓向后收缩，末端圆润，伸达至边缘，分四节及一末叶，横沟较深，肋叶中部凸起较高，向边缘方向下斜，肋沟较深而宽，尤其脱皮后更是较宽，间肋沟较浅，无明显边缘沟。

### 野营虫科 *Agraulidae* Raymond, 1913

#### 似野营虫属 *Plesiagraulos* Chang, 1963

#### 田师付似野营虫(近似种) *Plesiagraulos* cf. *tienshihfuensis* (Endo)

(图版 IX, 图 4—6)

**描述** 头盖平缓凸起。背沟非常浅。头鞍切锥形。颈沟浅而宽，颈环平缓凸起，中部宽，向两侧变窄。眼脊低但可见，自头鞍前端向后向两侧伸出，眼叶较小。内边缘与外边缘连在一起，平缓凸起，未见边缘沟，前缘圆润拱曲。固定颊略凸起，较宽。后侧边缘沟较深。这些头盖标本与 *P. tienshihfuensis* 非常相似，两者相比较仅固定颊较宽些和眼叶相对较大些。

#### 假似野营虫(新属) *Pseudoplesiagraulos* (gen. nov.)

##### 模式种 *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (sp. nov.)

**特征** 头盖上除后侧边缘沟较深外，其他沟均很浅。头鞍向前收缩，前端圆润，近似锥形或截锥形，具 3 对模糊不清的头鞍沟。颈环中部非常宽。眼脊低平，眼叶中等大小。内边缘宽，凸起，并向外边缘逐渐下倾，外边缘极窄。固定颊平或微微凸起。面线前支自

眼叶前端向前略向外或近于平行伸延,后支自眼叶后端向外向后斜伸。

**比较** 新属与 *Plesiagraulos* Chang, *Parachittidilla* Lin et Wu 均有某些相似之处,其特征似介于这两属之间,但新属以非常浅的背沟、鞍沟、颈沟、边缘沟,低平的眼脊,近似锥形的头鞍,中部非常宽的、呈倒三角形的颈环和较宽的内边缘等特征与 *Parachittidilla* 相区别。新属以头盖壳面较光滑与 *Plesiagraulos* 相近,其明显不同是前者头鞍近似锥形,前端圆润,两侧收缩较快,眼脊低平,眼叶相对较大,固定颊相对较宽,同时,内、外边缘以浅的边缘沟分开,内边缘较宽,并向外边缘逐渐下倾。

### 毛庄假似野营虫(新属、新种) *Pseudoplesiagraulos*

*maozhuangensis* (gen. et sp. nov.)

(图版 VII, 图 7; 图版 VIII, 图 8—10)

**描述** 头盖近似方形,平缓凸起。背沟非常浅。头鞍向前收缩迅速,前端圆润,近似锥形,具 3 对非常模糊的头鞍沟。颈沟非常浅且宽,有的标本上很难以察见。颈环中部宽,呈一倒三角形,但无颈刺。内边缘凸起,向外边缘缓慢下倾,较宽(纵向),在掉皮标本上,见有非常浅的放射状细线纹,外边缘窄而平,边缘沟非常浅,前缘中部向前拱曲。固定颊平或微微凸起,其宽度约为头鞍底部的  $1/2$  或略大于  $1/2$ 。眼脊平,仅隐约见到,在掉皮的标本上可清楚见到,由头鞍前端向后向外倾斜;眼叶中等大小,位于头盖中部。后侧边缘沟较其他各类沟深,向两侧逐渐变浅,后侧边缘凸起。面线前支自眼叶前端向前略向外斜伸,很快即向内转呈圆润状,切于前缘;后支由眼叶后端向外向后斜伸,切于后侧边缘。表面近于光滑。

### 平假似野营虫(新属、新种) *Pseudoplesiagraulos*

*planus* (gen. et sp. nov.)

(图版 IX, 图 1, 2)

**描述** 新种的主要特征是头盖较平,凸度低。头鞍微微凸起,前边缘较平坦较宽,眼叶中等大小。

**比较** 本种与 *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* 不同的是整个头盖较平,凸度较低,头鞍较宽,近似切锥形和内边缘较平坦、较宽(纵向)。

### 假似野营虫(未定种) *Pseudoplesiagraulos* sp.

(图版 IX, 图 3)

**描述** 一块保存不全的头盖标本。头盖低平,除后侧边缘沟较深外,其他沟均很浅。头鞍截锥形,具 3 对模糊不清的头鞍沟,颈环中部宽,呈一倒三角形,眼脊低,眼叶中等大小,前边缘宽而平,固定颊较宽、平,面线前支由眼叶前端向前略向外斜伸。从以上所描述的这个头盖的主要特征来看,可归属于 *Pseudoplesiagraulos* 属内,由于保存不佳,数量又少,其种名不能定。



沟肋虫科 *Solenopleuridae* Angelin, 1854沟颊虫属 *Solenoparia* Kobayashi, 1935似沟颊虫亚属 *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) Zhang et Yuan, 1980狭缘似沟颊虫(新种) *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*)  
*angustilimbata* (sp. nov.)

(图版 X, 图 1—6)

**描述** 头盖凸起, 近似梯形。头鞍强烈凸起, 近似锥形, 前端圆润, 具 3 对头鞍沟, 最后一对较长, 向后向内伸延, 内端分叉明显; 中间一对较后面一对略短, 向内伸出, 偶见分叉现象; 前面一对短而浅, 向内较横直伸延。背沟较深。颈沟深而宽, 中部略向后弯曲; 颈环中部宽(纵向), 向两侧变窄。内边缘窄, 尤其在头鞍前更窄, 凸起, 横向呈窄带状; 边缘沟宽, 由内边缘向前逐渐下斜而变深; 外边缘高高翘起, 前缘略向前拱出。固定颊凸起, 较宽, 约大于头鞍底部宽的 1/2。眼叶中等大小, 位于头盖中部; 眼脊明显, 自相对前一对头鞍沟处向外略向后斜伸。后侧边缘沟宽而深, 后侧边缘凸起, 其横向伸延的宽度约为头鞍底部宽的 2/3。面线前支自眼叶前端向前微向内收缩伸展, 切于前缘; 后支向后略向两侧斜伸。

**比较** 新种与模式种 *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) *trapezoidalis* Zhang et Yuan 相比较, 明显不同之处是前者的内、外边缘均较窄和头鞍向前收缩较迅速, 其外形近似锥形。新种与 *S. (P.) ruichengensis* Zhang et Yuan 比较相似, 两者均具有近似锥形的头鞍, 其不同是新种头鞍较长, 内边缘较窄和眼叶相对较大。

图版 X 图 2 是一个较小的头盖标本, 与其他头盖不同之处是外边缘较宽而平凸, 同时颈环上具一细小的颈疣。

*Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) 亚属最先发现在山西中条山徐庄组下部, 而在山东则出现在毛庄组上部, 与 *Shantungaspis* 共生, 因而 *S. (P.)* 亚属的时代应是从毛庄期晚期至徐庄期早期。毛庄组 *S. (P.)* 的头盖主要以向前迅速收缩、近似锥形的头鞍和具有较窄的内边缘为特征。

## 参 考 文 献

- 王钰、卢衍豪、杨敬之、穆恩之、盛金章, 1954: 辽东太子河流域地层 (I)。地质学报, 34 卷, 1 期, 17—64 页。
- 仇洪安, 1980: 徐州—宿县地区下寒武统馒头组的三叶虫。中国地质科学院院刊, 南京地质矿产研究所分刊, 1 卷, 1 号。
- 卢衍豪、董南庭, 1953: 山东寒武纪标准剖面新观察。地质学报, 32 卷, 3 期, 164—201 页。
- 卢衍豪, 1962: 中国的寒武系。全国地层会议学术报告汇编, 科学出版社。
- 卢衍豪、张文堂、朱兆玲、钱义元、项礼文, 1965: 中国的三叶虫(上、下册)。科学出版社。
- 卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅、袁克兴, 1974: 生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 5 号, 27—116 页。
- 卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、袁金良, 1982: 中国寒武纪地层对比表及说明书。中国各纪地层对比表及说明书。科学出版社。
- 张文堂, 1957: 山东博山下、中寒武纪地层的初步研究。古生物学报, 5 卷, 1 期。
- , 1959: 中国北方中寒武纪的新三叶虫。古生物学报, 7 卷, 3 期。
- , 1963: 华北及东北南部早及中寒武世三叶虫的分类及新属、新科的记述。古生物学报, 11 卷, 4 期。
- 张文堂、卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅、章森桂、袁金良, 1980: 西南地区寒武纪三叶虫动物群。中国古生物

志,新乙种16号。

张文堂、林焕令、伍鸿基、袁金良,1980: 山西中条山寒武纪地层及三叶虫动物群。中国科学院南京地质古生物研究所集刊,16号,39—110页。

项礼文等,1981: 中国的寒武系。中国地层(4)。地质出版社。

南润善、常绍泉,1982: 辽南早寒武世石桥组三叶虫。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,4号。

翁发,1960: 山东张夏寒武纪标准剖面毛庄组中 *Redlichia* 属的发现。地质论评,20卷,5期,202页。

郭鸿俊、安素兰,1982: 辽宁本溪地区早寒武世三叶虫。古生物学报,21卷,6期。

Endo, R. and C. E. Resser, 1937: The Sinian and Cambrian Formations and fossils of Southern Manchuria. *Man. Sci. Mus. Bull.*, 1.

Endo, R., 1943: Restudies on the Cambrian Formations and fossils in Southern Manchuria. *Bull. Centr. Nat's. Mus.*, no. 7.

Kobayashi, T., 1935: Cambro-Ordovician Formations and faunas of South Chosen. pt. 3, *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, sect. 2, vol. 4, pt. 2.

Moorer, R. C. (ed.), 1959: Treatise on invertebrate palaeontology, part O, Arthropoda 1. Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas Press.

Palmer, A. R. and Gatehouse, C. G., 1972: Early and Middle Cambrian trilobites from Antarctica. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 456-D.

Resser, C. E., 1942: Fifth contribution to nomenclature of Cambrian fossils. *Smiths. Misc. Coll.*, vol. 101, no. 5.

Walcott, C. D., 1905: Cambrian faunas of China. *Proc. U. S. Nat. Mus.* (Washington), vol. 29.

———, 1913: Cambrian faunas of China. Research in China, vol. 3, *Carnegie Inst. Washington D. C.*



## TRILOBITES OF THE MAOCHUANG FORMATION AND ITS AGE

Lu Yanhao Zhu Zhaoling

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Zhang Jinlin

(Tienjin Institute of Geology and Mineral Resources, Ministry of Geology and Mineral Resources)

### Abstract

The Maochuang Formation was erected by Lu and Dong in 1953 for a rock sequence composed of purple, greyish purple, micaceous shales with a few oolitic limestone layers measuring 32.3 m in total thickness. This Formation is separated from the upper part of the Mantou Formation originally defined by Wills, Blackwelder and Walcott (1907, 1913). It lies conformably between the Lower Cambrian Mantou Formation (*s. s.*) (as later defined by Lu and Dong, 1953) and the Middle Cambrian Hsüchuang Formation in the north of Mt. Mantoushan at Zhangxia (Changhsia) of Changqing County, Shandong Province. The Maochuang Formation contains a trilobite zone, the "*Ptychoparia*" zone, which bears trilobites: "*Ptychoparia*" *aclis* Walcott, "*P.*" *orientalis* R. et E., "*P.*" *impar* Walcott, "*P.*" *mantoensis* Walcott, *Metagraulos* and *Ptychoparella*; brachiopods *Billingsella* *riclithofem* Walcott, *Obolella* *asiatica* Walcott, hyolithids and algae *Girvanella* *manchurica* Yabe et Ozaki. The age of these fossils being assigned to Lower Cambrian by Wills and Blackwelder (1907), Walcott (1913) and later by Sun (1924), Lu and Dong (1953) and Jegorova and Xiang (1957). Lu and Dong (1953) pointed out that the trilobites mentioned are closely related to some of the North American Lower Cambrian genera, such as *Crassifimbria*, *Syspacephalus*, *Ptychoparella*, *Inglefieldia* and *Antagmus*, and may also be put into the same age as those of American forms. Later in 1957, Zhang agreed with this view and erected a new genus *Shantungaspis* Chang, with "*Ptychoparia*" *aclis* Walcott as the type species, thus the name "*Ptychoparia*" zone is naturally transferred into the *Shantungaspis* zone. This zone is widely distributed in North China and southern part of NE China (Lu, 1959; Xiang et al., 1981). In the lower part of Maochuang Formation, about 0.5 m thick from the base, *Redlichia* was found in association with "*Shantungaspis* *aclis*" (Walcott) and "*Ptychoparia*" *mantoensis* Walcott (Wong, 1960). In 1982, a new trilobite zone, the zone of *Yaojiayuella*, was added below the zone of *Shantungaspis* (Lu et al., 1982). However, there has much controversy over the age assignment of the Maochuang Formation. Sheng first (oral communication) and then Chang (1980) and Xiang et al. (1981) regarded this formation to be of the Middle Cambrian in age, while more people have accepted it to be of Early Cambrian. Anyhow, they all agree that *Redlichia* (*s. l.*) or redlichiids are guide-fossils of the Lower Cambrian.

The trilobites that are described in this paper were collected by Lu and Dong in 1952, by Zhang Jinlin in 1978 and by Zhang Wentang, Zhu Zhaoling and Liang Zhongwei in 1981 from the type-section of the Maochuang Formation. The trilobites of Maochuang Formation can be divided into the following 3 zones as ascending order:

**3. Zone of *Shantungaspis*:** This zone is rich in *Shantungaspis acilis* (Walcott), *S. orientalis* (Endo et Resser), *Psilotrachus mentoensis* (Walcott), *P. impar* (Walcott), *P. carinatus* (sp. nov.), *P. changqingensis* (sp. nov.), *P. latus* (sp. nov.), *P. sp.*, *Ziboaspidella latilimbata* (gen. et sp. nov.), *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) *angustilimbata* (sp. nov.), *Plesiagraulos cf. tienshihuensis* (Endo), with zonal fossils being recorded widely in the upper part of the Maochuang Formation in many places of North China and also in the Shihchiao Formation in the southern part of Northeast China. *Shantungaspis* is the leading form only confined to this zone. The subgenus *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) which was first discovered in the lower part of the Hsüchuang Formation is present together with *Shantungaspis acilis* and other trilobites in this zone. The very abundant *Psilotrachus* may extend downward to the *Yaojiayuella* zone. With a longer geologic range *Plesiagraulos* passes throughout the whole Maochuang Formation and extends upward to the lower part of the Hsüchuang Formation. The new genus *Ziboaspidella* is closely similar to *Ziboaspis*, which occurs in the *Yaojiayuella* zone at Zibo of Shandong Province (Zhang, 1963).

**2. Zone of *Yaojiayuella*:** The members of this trilobite zone are also widespread in North China and the southern part of Northeast China like those of the *Shantungaspis* zone, but the taxa are not so abundant as those of the latter zone. *Weijiaspis* discovered for the first time from the lower part of the Maochuang Formation in Xuzhou, northern Jiangsu is associated with *Yaojiayuella* at Mt. Mantoushan Zhangxia of Shandong. Besides these, *Probowmaniella* from Jiawang, Xuzhou of northern Jiangsu (Chang, 1963) and *Probowmania ligea* Walcott from Zhangxia (Walcott, 1913) might also be members of the *Yaojiayuella* zone.

**1. Zone of *Qiaotouaspis*:** It is a new zone, representing the lowest fossil-zone of the Maochuang Formation. As reported by Guo and An (1982), *Qiaotouaspis* is found in association with *Redlichia* and *Benxiaspis* at Benxi of southern Liaoning, and is assigned to the Lower Cambrian Mantou Formation. In the Mantoushan section of Shandong, *Qiaotouaspis*, *Mantoushan* and *Pseudoplesiagraulos* are chief members of the *Qiaotouaspis* zone, in addition to some fragmentary specimens of the antagmids trilobites. Antagmids are known from the Lower Cambrian and the early Middle Cambrian in North America, however they occur mainly in the medial and late Lower Cambrian in China.

Since *Redlichia* or the redlichiids are traditionally regarded as the Lower Cambrian guide-fossils, the *Qiaotouaspis* zone which contains *Redlichia* in North China and NE China must be of Lower Cambrian in age. The problem yet to be settled is the age of its overlying *Shantungaspis* and *Yaojiayuella* zones. From palaeontological point of view, the trilobite faunas of the Maochuang and Hsüchuang Formations can be separated into three developmental stages. The first stage witnessed the decline and finally extinction of the redlichiids while the agraulids came into being in the *Qiaotouaspis* zone; the second stage marked the flourish of the pychopariids, agraulids in the *Yaojiayuella* and *Shantungaspis* zones and the appearance of the *Solenoparids* in the *Shantungaspis* zone; and the third stage was a developmental and strongly diversified stage for many new taxa which attain as many as more than 30 families in the early Hsüchuang stage. Obviously, the faunas of the *Yaojiayuella* and the *Shantungaspis* zones represent a transitional period of the faunal development between the Lower Cambrian and the Middle Cambrian, and the Maochuang Formation as a whole is certainly a "passage bed" from the late Lower Cambrian to the early Middle Cambrian. Lithologically, the rock sequence of the Maochuang Formation also shows a transitional character changing from abundant fine clastic material of the Mantou Formation gradually upward into shales, fine sandstone, nodular lenti-



cular and thin-bedded limestone. Table 1 shows the historical change of the age assignments of the Maochuang Formation (see page 334).

Except in North China, the Maochuang Formation is also well developed in the south of NE China, where it is called the Shihchiao Formation (Resser and Endo, 1937). Recently Guo and An (1982) published a detailed section measured at Xiaoyuhougou, a small yillage near Jianchang of Benxi city, eastern Liaoning. The succession and lithology of the Maochuang Formation at Xiaoyuhougou are similar to those of the Mantoushan section at Zhangxia of Shandong. Furthermore, the faunal successions of both sections are almost the same, although they are located as far as thousand kilometers apart. The trilobites of Bed 23 of the Xiaoyuhougou section are comparable with those of the *Qiaotouaspis* zone of the Mantoushan section, while those of Beds 24—25 and Beds 26—28 may be correlated with those of the *Yaojiayuella* zone and the *Shantungaspis* zone respectively. The correlation between the Maochuang Formation in Shandong which represents the North China region and that in Liaoning which represents the NE China region is tabulated in Table 2 (see page 335).

The diagnostic features of the new genera and species are briefly given below:

### Family Antagmidae Hupé, 1953

#### Genus *Mantoushania* (gen. nov.)

**Type species:** *Mantoushania subconica* (sp. nov.)

#### *Mantoushania subconica* (gen. et sp. nov.)

(pl. I, figs. 3—6)

Cranidium subquadrate or rectangular in outline. Glabella convex, subconical, with a distinct median keel and four pairs of glabellar furrows. Two posterior pairs of glabellar furrows bifurcated. Dorsal furrows wide and deep in front. Occipital ring narrow (sag.), with an occipital spine near posterior margin, occipital furrow wide and deep. Preglabellar field moderately convex, with numerous fine irregular lines; marginal furrow wide and shallow; frontal border wider in middle; frontal margin arched forward in middle. Eye ridge stout, extending obliquely outward and backward from the opposite first glabellar furrows; palpebral lobe medium-sized. Fixed cheek gently convex, posterolateral border narrow (sag.) and convex. Anterior branches of facial sutures slightly diverging forward; posterior branches extending obliquely outward and backward.

### Family Ptychopariidae Matthew, 1887

#### Genus *Psilostracus* Chang, 1963

#### *Psilostracus carinatus* (sp. nov.)

(pl. VII, figs. 1—4)

Glabella truncato-conical, with a distinct median keel and three pairs of very shallow and broad glabellar furrows. Preglabellar field gently convex, with a pair of ridges extending obliquely inward and forward from the frontal end of palpebral lobe. Occipital furrow wide and deep throughout; occipital ring wide in middle. Palpebral lobe of moderate length, slightly curved; eye ridge prominent. Fixed cheek gently convex. Anterior branches of facial sutures slightly divergent forward.

This new species is similar to the type-species, *Psilostracus mantoensis* (Walcott), but differs in having a prominent median keel, the relatively deeper glabellar furrows, the stout eye ridge and the gently convex preglabellar field.

***Psilostracus changqingensis* (sp. nov.)**

(pl. VI, figs. 5—6)

It is similar to *Psilostracus impar* (Walcott), but differs in having a longer and narrower glabella, the relatively shallower glabellar furrows, the deeper and narrower marginal furrow, the wider frontal border (sag.) and the wider occipital ring in middle.

***Psilostracus latus* (sp. nov.)**

(pl. VI, fig. 7)

It is similar to *Psilostracus mantoensis* (Walcott), but differs in having a shorter and broader glabella which narrows rapidly forward, the deeper marginal furrow, the narrower and more convex frontal border, the deeper and straight occipital furrow and the distinct eye ridge.

***Psilostracus* (?) *maozhuangensis* (sp. nov.)**

(pl. VII, fig. 6)

Glabella moderately convex, comparatively long and narrow, tapering forwards, slightly contracted 1/3 at the anterior, almost straight in front. Glabellar furrows weak. Preglabellar field slightly convex; marginal furrow broad and deep; frontal border convex, narrow. Occipital ring broad in middle, narrowing laterally. Fixed cheek relatively narrow. Palpebral lobe small, located at the middle of cranidium. Anterior branches of facial sutures slightly divergent. This new species is similar to *Psilostracus*, but differs in palpebral lobe relatively small, narrower and longer glabella, and more convex frontal border.

**Genus *Qiaotouaspis* Guo et An, 1982**

***Qiaotouaspis shandongensis* (sp. nov.)**

(pl. I, figs. 8, 9; pl. II, figs. 4—7)

Cranidium broad, gently convex. Dorsal furrows deep and narrow on sides, shallow in front of glabella. Glabella short, truncato-conical, gradually tapering forward, with a distinct median keel. Three pairs of glabellar furrows present: posterior pair longer and bifurcated, extending backward and inward; second pair shorter; anterior pair almost straight, extending inward. Occipital furrow straight in middle, slightly bending forward on sides. Occipital ring broad in middle, provided with a small node on posterior end. Preglabellar field very broad (sag.), with a prominent boss in front of glabella, about the same convexity as glabella and fixed cheek; marginal furrow narrow and deep, frontal border narrow, upturned. Eye ridges stout, bow shape, extending outward and slightly forward from the anterolateral corners of glabella, then bending obliquely backward. Palpebral lobe medium-sized, elevated, situated in front of the mid-length of glabella. Fixed cheek gently convex, large and wide, about 1.5 times the width of the glabella in front. Posterolateral limb broad; posterolateral furrow narrow and deep; posterior border narrow, widened on sides. Anterior branches of facial sutures slightly diverging forward; posterior branches running backward and slightly outward. Pygidium small,



axis wide, gradually narrowing backward, rounded in posterior end, with 4 rings defined by shallow transverse furrows. Pleural lobes gently convex, 3—4 pairs of pleural furrows narrow and deep, interpleural furrows well indicated, without a distinct marginal furrow. The new species differs from the type-species, *Qiaotouaspis qiaotouensis*, in the broader cranidium, the shorter and broader glabella, the deeper glabellar furrows, the broader fixed cheeks and in the broader preglabellar field.

**Genus *Yaojiayuella* Lin et Wu, 1980**

***Yaojiayuella zhangxiaensis* (sp. nov.)**

(pl. III, figs. 1—3)

Cranidium broad, moderately convex. Glabella truncate-conical, with 3 pairs of indistinct glabellar furrows. Preglabellar field gently convex; frontal margin slightly arched forward in middle. Palpebral lobe medium-sized, located at the middle of cranidium; eye ridge slightly oblique backward. Anterior branches of facial sutures slightly diverging forward.

Although similar to *Yaojiayuella diversa* Lin et Wu, this species, differs in having a comparatively convex preglabellar field and slightly divergent anterior branches of facial sutures. It differs from the type-species, *Y. ocellata* Lin et Wu, in the relatively large palpebral lobe, the indistinct glabellar furrow and in the slightly oblique eye ridges.

***Yaojiayuella convexolimbata* (sp. nov.)**

(pl. II, fig. 8; pl. III, figs. 7, 8)

Cranidium gently convex. Glabella truncato-conical, with 3 pairs of weak glabellar furrows. Frontal border narrow and upturned. Eye ridges narrow and convex, extending almost horizontally; palpebral lobe small. It differs from *Yaojiayuella ocellata* in the narrow and upturned frontal border, the shallower marginal furrow and in the slightly convex preglabellar field.

**Genus *Weijiaspis* Qiu, 1983**

***Weijiaspis maozhuangensis* (sp. nov.)**

(pl. II, fig. 9)

Glabella convex, subtruncato-conical, tapering forward, with 4 pairs of glabellar furrows. Dorsal furrows deep and broad; occipital furrow broad and shallow; occipital ring broad in middle, with a small node. Preglabellar field convex, comparatively broad, with very fine radiating lines; frontal border thick and convex. Eye ridge prominent; palpebral lobe medium-sized. Fixed cheek gently convex. Anterior branches of facial sutures divergent. It differs from *Weijiaspis reflexa* Qiu in the relatively wide glabella and preglabellar field, the distinct glabellar furrows and in the broad and deep dorsal furrows.

**Genus *Ziboaspidella* (gen. nov.)**

**Type species:** *Ziboaspidella latilimbata* (sp. nov.)

Cranidium subquadrate in outline, moderately convex. Glabella convex, sub-conical; glabellar furrows indistinct and dorsal furrows narrow. Preglabellar field gently convex and wide;

frontal border convex, attaining more than one-half the width (sag.) of preglabellar field in middle part; marginal furrow broad and deep. Occipital furrow shallow; occipital ring broad in middle. Eye ridge low, indistinct; palpebral lobe narrow and long. Fixed cheek gently convex, moderately wide. Postero-lateral marginal furrow broad and deep. Anterior branches of facial sutures gradually diverging forward, turning obliquely inward and forward to cut the frontal border; posterior branches extending obliquely backward and outward.

This genus is similar to *Zibocopsis* Chang, but differs in the broader and gently convex frontal border, the relatively narrow, short and subconical glabella and in the relatively narrow fixed cheek. It also differs from *Psilotrachus* Chang in the wider and gently convex preglabellar field and frontal border, the relatively long palpebral lobe, the deep marginal furrow and in the gently convex fixed cheek.

### Family Agraulidae Raymond, 1913

#### Genus *Pseudoplesiagraulos* (gen. nov.)

**Type species:** *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (sp. nov.)

Glabella sub-conical or truncato-conical, tapering forward and rounded in front, with 3 pairs of indistinct glabellar furrows. Dorsal, occipital and marginal furrows very shallow. Occipital ring very broad in middle. Eye ridge low; palpebral lobe medium-sized. Preglabellar field broad, convex, gradually inclined downward toward the frontal border which is very narrow. Fixed cheek flattened or slightly convex. Anterior branches of facial sutures slightly diverging forward or subparallel; posterior branches extending obliquely outward and backward. Postero-lateral marginal furrow deep.

It is similar to *Parachitidilla* Lin et Wu and *Plesiagraulos* Chang, but differs from the former in the very shallow dorsal, glabellar occipital and marginal furrows, the low eye ridge, the sub-conical glabella, the sub-triangular occipital ring and in the wider preglabellar field; from the latter, it is distinguished by the sub-conical glabella, the low eye ridge, the longer palpebral lobe, the wider fixed cheek, the shallower marginal furrow and in the wider frontal border.

#### *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (gen. et sp. nov.)

(pl. VII, fig. 7; pl. VIII, figs. 8—10)

Cranidium subquadrate, gently convex. Glabella subconical, rounded in front, with 3 pairs of indistinguishable glabellar furrows. Occipital ring subtriangular, very wide in middle. Fixed cheek slightly convex, about 1/2 the width of glabella at the base. Eye ridge weak; palpebral lobe of moderate length, situated opposite the middle of cranidium. Anterior branches of facial sutures slightly diverging forward; posterior branches extending obliquely outward.

#### *Pseudoplesiagraulos planus* (gen. et sp. nov.)

(pl. IX, figs. 1, 2)

Cranidium flattend convex. Glabella slightly convex. Frontal border flat and broad. Palpebral lobe medium-sized. This species differs from *P. maozhuangensis* in the flat cranidium, the broad and sub-truncato-conical glabella and in the flat and broad (sag.) preglabellar field.



## Family Solenopleuridae Angelin, 1854

Genus *Solenoparia* Kobayashi, 1935Subgenus *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) Zhang et Yuan, 1980*Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) *angustilimbata* (sp. nov.)

(pl. X, figs. 1—6).

Cranidium convex, sub-trapezoidal in outline. Glabella strongly convex, sub-conical, rounded in front; with 3 pairs of glabellar furrows: posterior pair longest, extending obliquely backward and inward, bifurcated; second pair long, extending inward and slightly bifurcated; anterior pair short and shallow, almost horizontal. Dorsal furrows deep. Occipital furrow deep and broad, slightly curved backward in middle; occipital ring narrowing laterally, wider in middle (sag.). Preglabellar field narrow and convex; marginal furrow broad; frontal border upturned; frontal margin slightly arched anteriorly. Fixed cheek convex, wide, more than half the width of glabella at base. Palpebral lobe medium-sized, located at the middle of cranidium; eye ridge clearly defined. Postero-lateral marginal furrow broad and deep; postero-lateral border convex, about  $2/3$  the width (tr.) of glabella at base. Anterior branches of facial sutures slightly converging forward; posterior branches slightly oblique outward.

This species is similar to *S. (P.) ruichengensis* Zhang et Yuan, but differs in having a longer glabella, the narrow preglabellar field and in the longer palpebral lobe. It differs from the type-species, *S. (P.) trapezoidalis* Zhang et Yuan, in its subconical glabella and in the narrower preglabellar field and frontal border.





## 图 版 说 明

(所有标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所。化石均采自山东长清县张夏毛庄组。)

### 图 版 I

1, 2. *Redlichia* sp.

1. 头盖,  $\times 8$ ; 2. 活动颊,  $\times 2$ ; 采集号: F1, 78shmz 1-1-15, 登记号: 90786, 90787。

3-6. *Mantoushania subconica* (gen. et sp. nov.)

3. 头盖,  $\times 8$ ; 4. 头盖,  $\times 8$ , 正模; 5. 头盖,  $\times 10$ ; 6. 头盖,  $\times 6$ ; 采集号: 78shmz 1-1-9, -7, -13, -13, 登记号: 90788—90791。

7. *Antagmidae* gen. et sp. indet.

头盖,  $\times 20$ ; 采集号: F1, 登记号: 90792。

8, 9. *Qiaotouaspis shandongensis* (sp. nov.)

8. 头盖,  $\times 3$ , 正模; 9. 头盖,  $\times 6$ ; 采集号: BW56, 78shmz 1-1-3, 登记号: 90793, 90794。

### 图 版 II

1-3. Gen. et sp. indet.

1-3. 头盖,  $\times 20$ ; 采集号: F1, 登记号: 90795—90797。

4-7. *Qiaotouaspis shandongensis* (sp. nov.)

4, 5. 头盖,  $\times 6$ ; 6, 7. 尾部,  $\times 8$ ; 采集号: 78shmz 1-1-1, -2, 1-1, 1-1-3. 登记号: 90798—90801。

8. *Yaojiayuella convexolimbata* (sp. nov.)

头盖,  $\times 4$ , 正模; 采集号: BW57, 登记号: 90802。

9. *Weijiaspis maozhuangensis* (sp. nov.)

头盖,  $\times 6$ , 正模; 采集号: 78shmz 1, 登记号: 90803。

10. *Weijiaspis* (?) sp.

头盖,  $\times 5$ ; 采集号: 78shmz 1, 登记号: 90804。

### 图 版 III

1-3. *Yaojiayuella zhangxiaensis* (sp. nov.)

1. 头盖,  $\times 6$ ; 2. 头盖,  $\times 4$ , 正模; 3. 头盖,  $\times 5$ ; 采集号: BW58, 登记号: 90805—90807。

4-6. *Yaojiayuella diversa* Lin et Wu, 1980

4. 头盖,  $\times 6$ ; 5. 头盖,  $\times 5$ ; 6. 头盖,  $\times 5$ ; 采集号: 78shmz 1-2-6, -1, -2, 登记号: 90808—90810。

7, 8. *Yaojiayuella convexolimbata* (sp. nov.)

7, 8. 头盖,  $\times 4$ ; 采集号: BW57, 登记号: 90811, 90812。

9, 10. *Shantungaspis aclis* (Walcott)

9. 头盖,  $\times 8$ ; 10. 头盖,  $\times 6$ ; 采集号: 78shmz 1-3-2, -7, 登记号: 90813, 90814。

### 图 版 IV

1-7. *Shantungaspis aclis* (Walcott)

1. 头盖,  $\times 5$ ; 2. 活动颊,  $\times 5$ ; 3. 头盖,  $\times 6$ ; 4. 头盖,  $\times 6$ ; 5. 头盖,  $\times 5$ ; 6. 头盖,  $\times 4$ ; 7. 头盖,  $\times 5$ ; 采集号: 78shmz 2-16, -1, -7, BW62, 78shmz 2-9, BW62, 78shmz 2-6, 登记号: 90815—90821。

8. *Shantungaspis orientalis* (Endo et Resser)

头盖,  $\times 4$ ; 采集号: BW62, 登记号: 90822。

### 图 版 V

1, 2. *Shantungaspis aclis* (Walcott)

1. 头盖,  $\times 8$ ; 2. 尾部,  $\times 8.5$ ; 采集号: 78shmz 2-8, BW62, 登记号: 90822, 90823。

3-8. *Psilotrachus mantoensis* (Walcott)

3.头盖,×6; 4.头盖,×3; 5.头盖,×6; 6.活动颊,×6; 7.头盖,×3; 8.头盖,×3; 采集号: 78shmz 1-3-7, BW62, 78shmz 1-3-1, BW62, 78shmz 2-6, -15, 登记号: 90825—90830。

## 图 版 VI

1, 2, 4. *Psilostracus impar* (Walcott)

1.头盖,×4; 2.头盖,×6; 4.尾部,×8; 采集号: BW62, BW61, BW61, 登记号: 90831—90833。

3. *Psilostracus mantoensis* (Walcott)

尾部,×10; 采集号: 78shmz 1-3-2, 登记号: 90834。

5, 6. *Psilostracus changqingensis* (sp. nov.)

5.头盖,×5, 正模; 6.头盖,×5; 采集号: 78shmz 2-1, -3, 登记号: 90835, 90836。

7. *Psilostracus latus* (sp. nov.)

头盖,×6, 正模; 采集号: BW62, 登记号: 90837。

## 图 版 VII

1—4. *Psilostracus carinatus* (sp. nov.)

1.头盖,×8; 2.头盖,×4, 正模; 3.头盖,×6; 4.头盖,×6; 采集号: 78shmz 2-5, -4, 1-3-6, BW62, 登记号: 90838—90841。

5. *Psilostracus* sp.

头盖,×4; 采集号: BW62, 登记号: 90842。

6. *Psilostracus* (?) *maozhuangensis* (sp. nov.)

头盖,×3, 正模; 采集号: BW59, 登记号: 90843。

7. *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (gen. et sp. nov.)

头盖,×8; 采集号: 78shmz 1-1-5, 登记号: 90844。

## 图 版 VIII

1. *Psilostracus impar* (Walcott)

头盖,×2; 采集号: 78shmz 2-2, 登记号: 90845。

2—6. *Ziboaspidea latilimbata* (gen. et sp. nov.)

2.头盖,×10; 3.头盖,×3; 4.头盖,×6; 5.头盖,×10; 6.头盖,×4, 正模; 采集号: 78shmz 1-3-4, 78shmz 2, 78shmz 1-3-8, -3, BW 61, 登记号: 90846—90850。

7. *Ptychopariidae* gen. et sp. indet. 1

头盖,×8; 采集号: BW58, 登记号: 90851。

8—10. *Pseudoplesiagraulos maozhuangensis* (gen. et sp. nov.)

8.头盖,×6, 正模; 9.头盖,×8; 10.头盖,×6; 采集号: 78shmz 1-1-11, -14, -8, 登记号: 90852—90854。

## 图 版 IX

1, 2. *Pseudoplesiagraulos planus* (gen. et sp. nov.)

1.头盖,×6; 2.头盖,×6, 正模; 采集号: 78shmz 1-1-10, -12, 登记号: 90855, 90856。

3. *Pseudoplesiagraulos* sp.

头盖,×5; 采集号: BW56, 登记号: 90857。

4—6. *Plesiagraulos* cf. *tienshihfuensis* (Endo)

4—6.头盖,×8; 采集号: BW60, BW60, BW59, 登记号: 90858, 90859, 90860。

7. *Shansungaspis* sp.

头盖,×4; 采集号: BW61, 登记号: 90861。

## 图 版 X

1—6. *Solenoparia* (*Plesisolenoparia*) *angustilimbata* (sp. nov.)

1.头盖,×5, 正模; 2.头盖,×8; 3.头盖,×5; 4.头盖,×4; 5.头盖,×5; 6.头盖,×5; 采集号: 78shmz 2, 78shmz 2, 78shmz 2-11, -14, -12, -13, 登记号: 90862—90867。

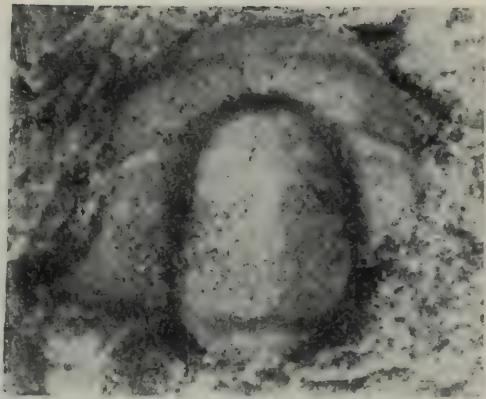
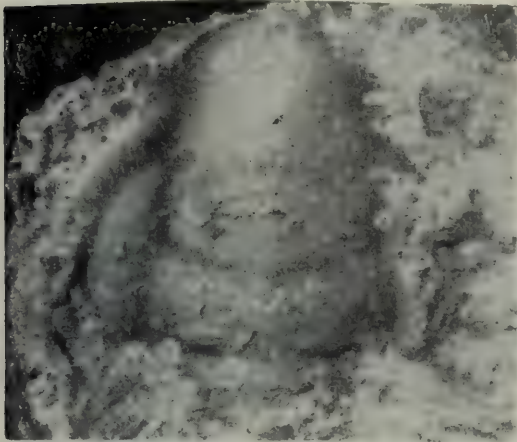
7. *Ptychopariidae* gen. et sp. indet. 2

尾部,×4; 采集号: BW61, 登记号: 90868。

8. *Psilostracus* (?) sp.

尾部,×4; 采集号: 78shmz 1-3-5, 登记号: 90869。

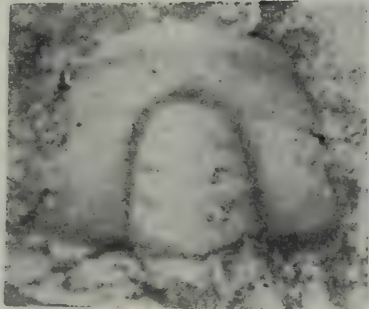




3



4



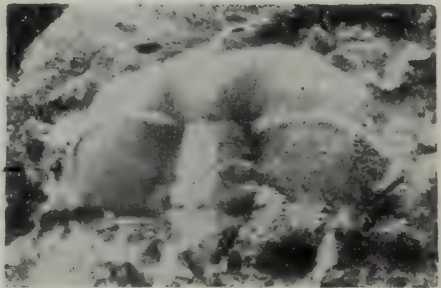
5



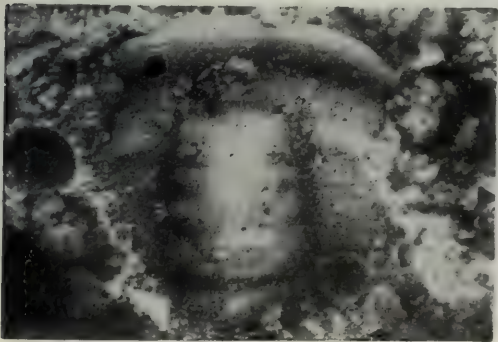
2



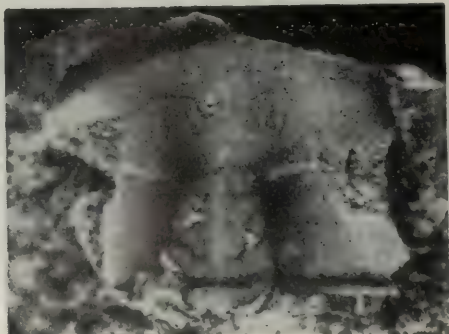
6



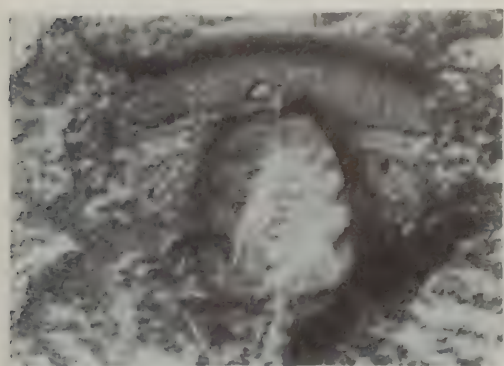
8



7



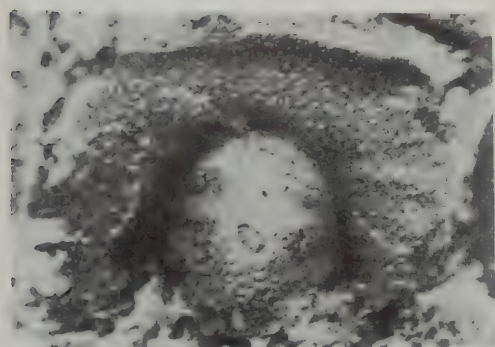
9



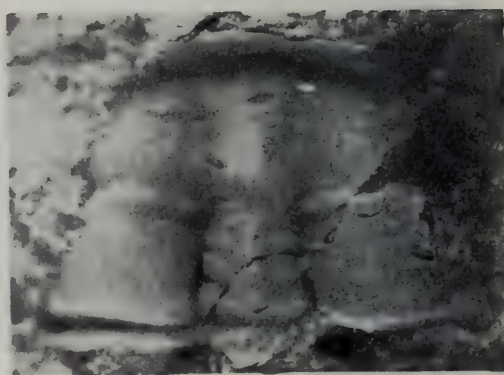
1



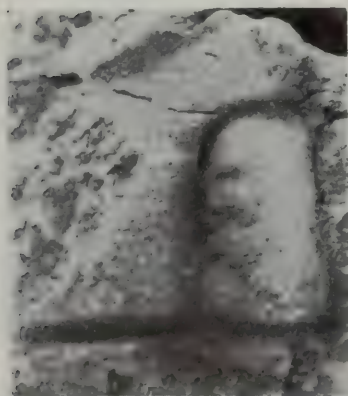
5



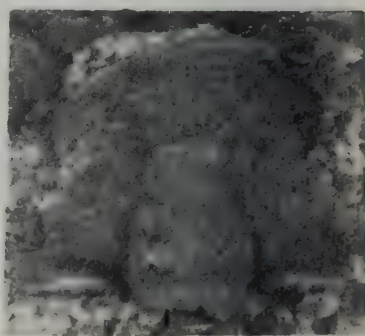
2



4



9

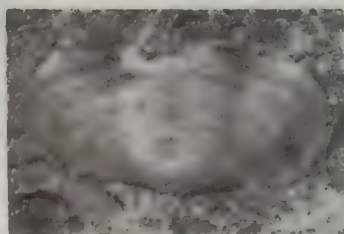


10

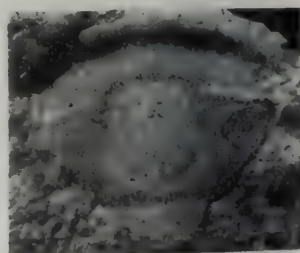
3



6

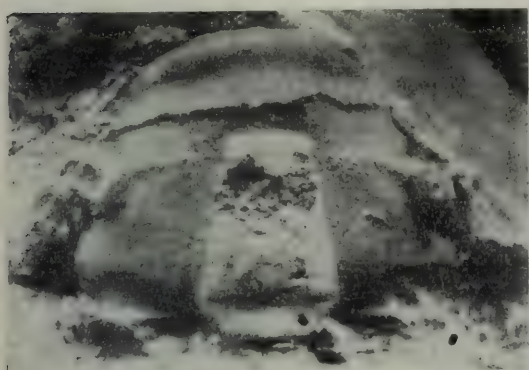


7

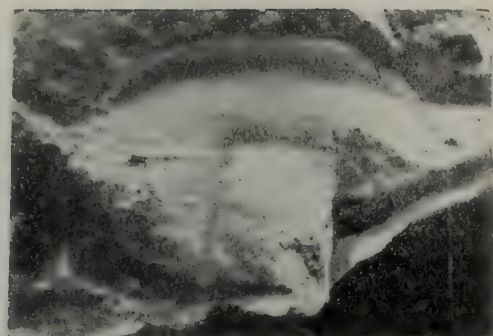


8

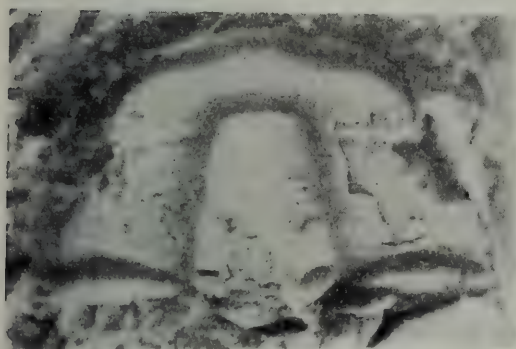




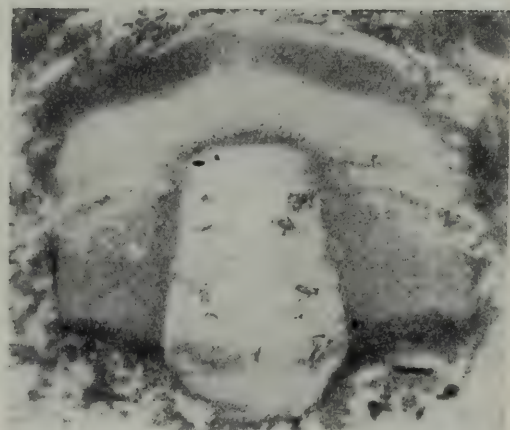
3



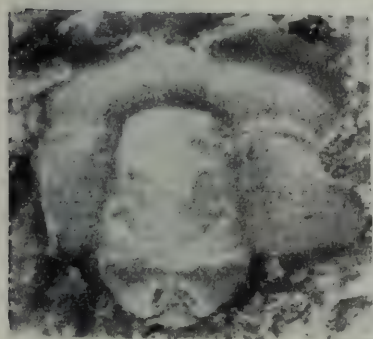
1



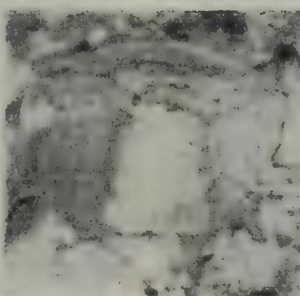
4



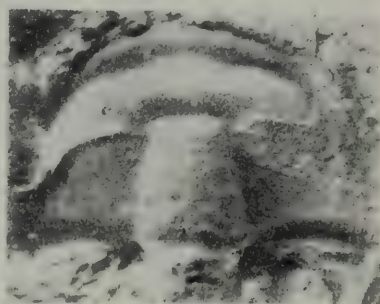
6



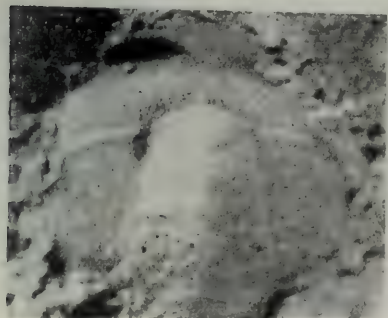
5



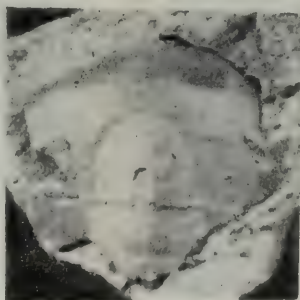
9



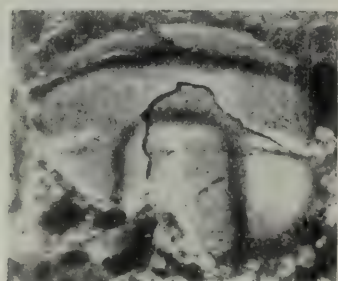
2



7



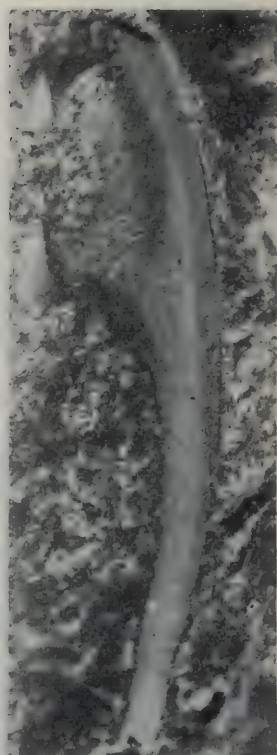
8



10



1



2



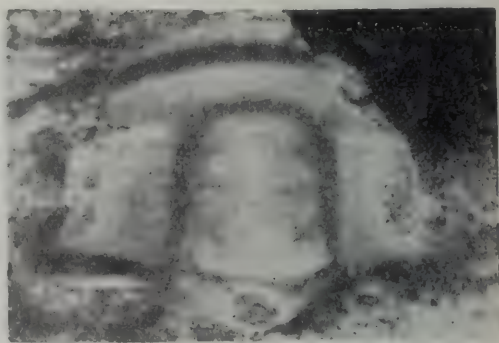
3



4



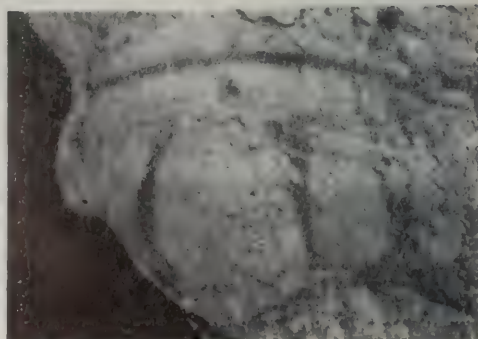
6



5

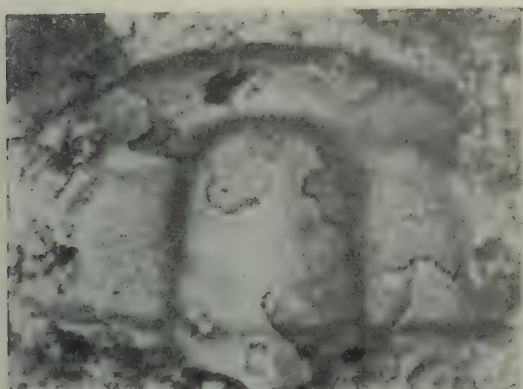


7

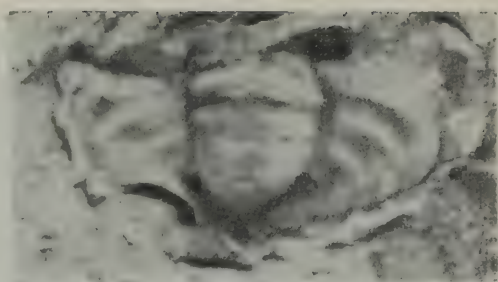


6

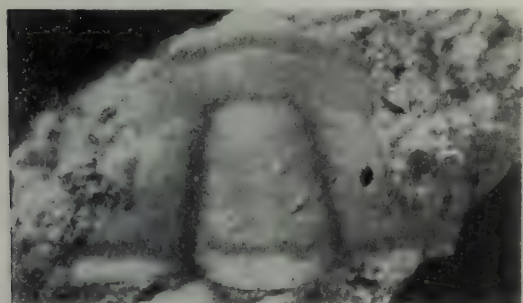




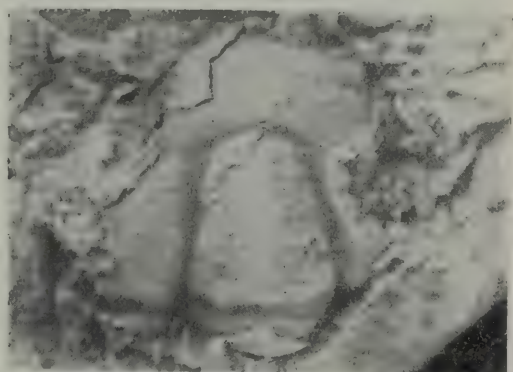
1



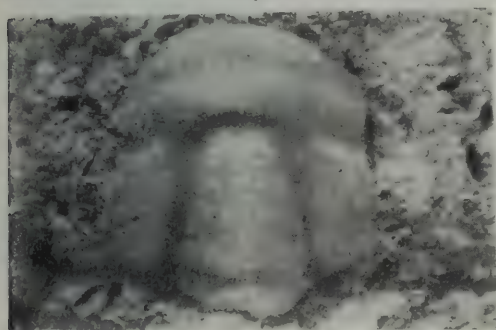
2



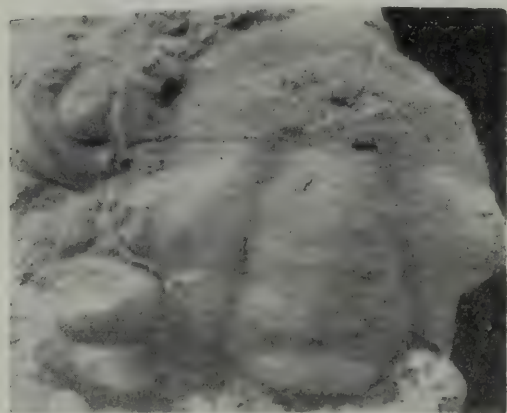
7



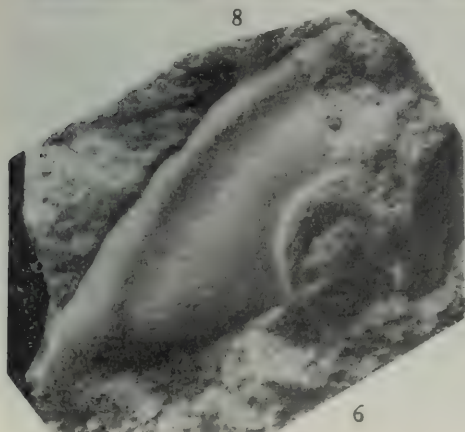
3



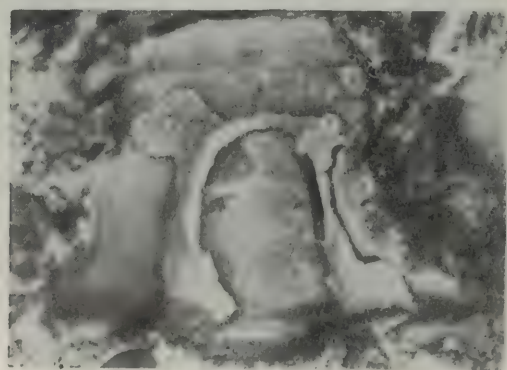
8



4



6



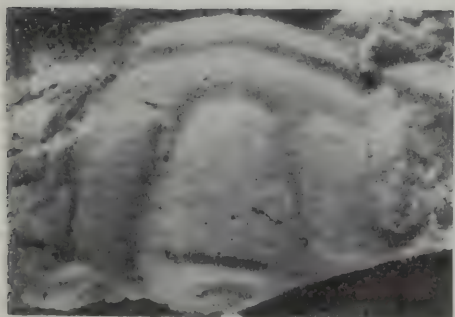
5



2



1



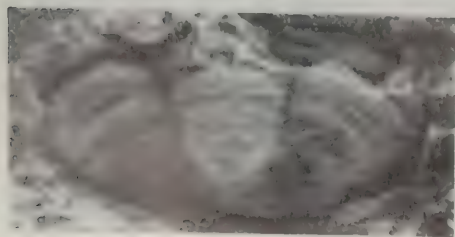
7



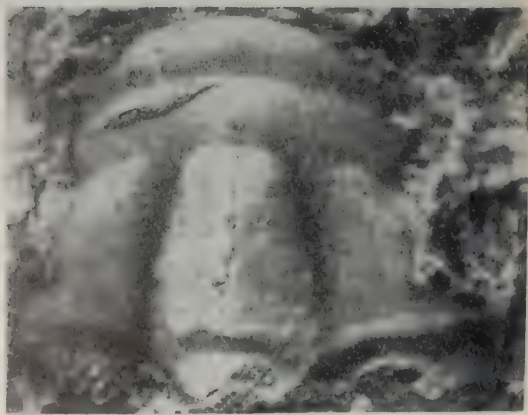
6



3

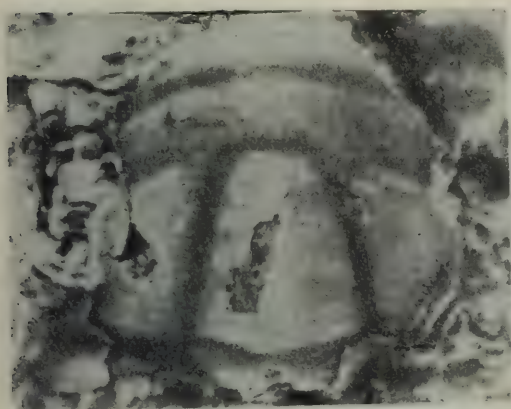


4

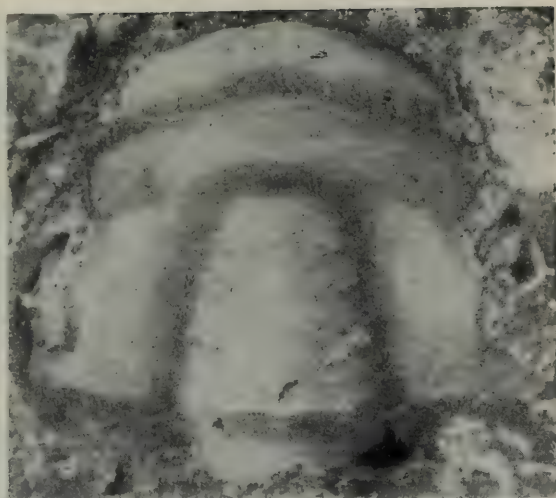


5





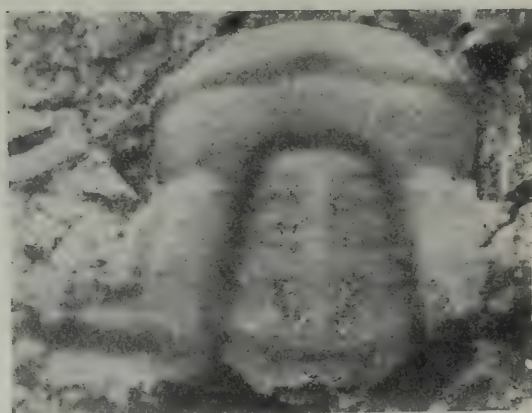
3



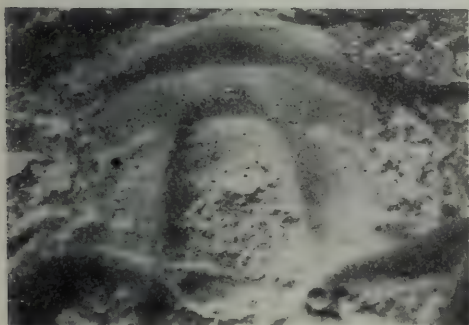
1



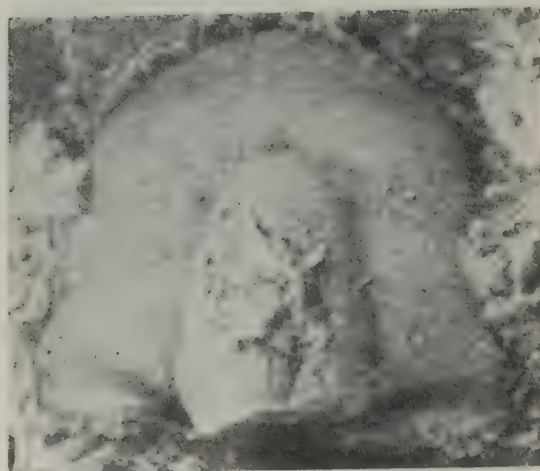
4



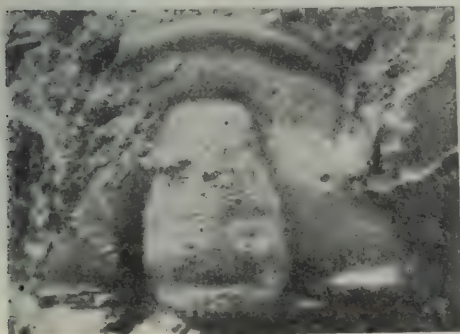
2



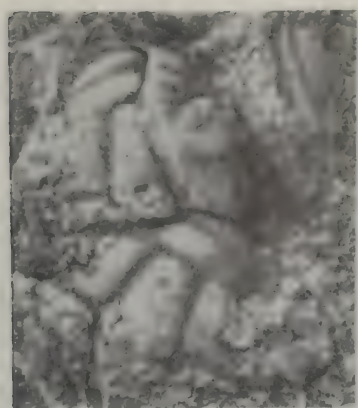
5



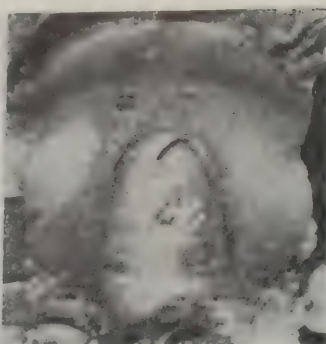
7



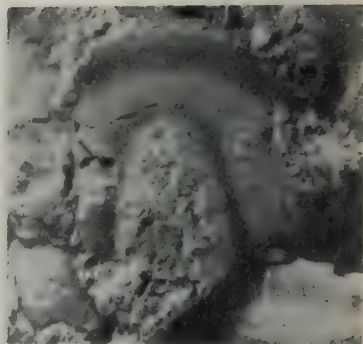
6



1



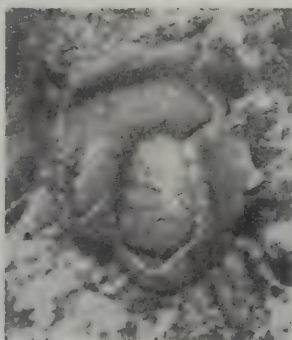
2



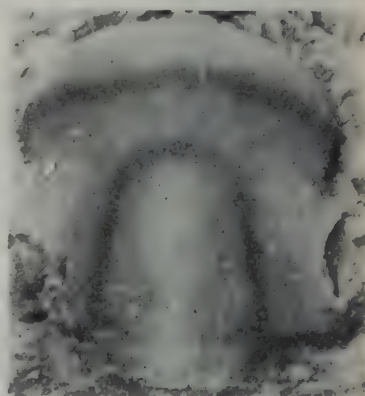
3



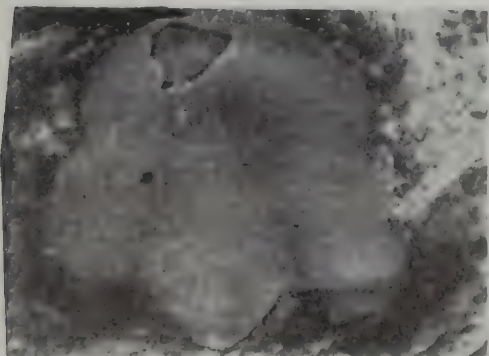
7



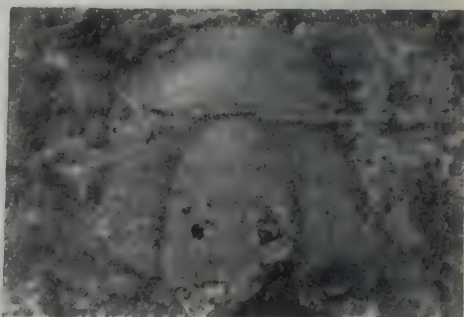
4



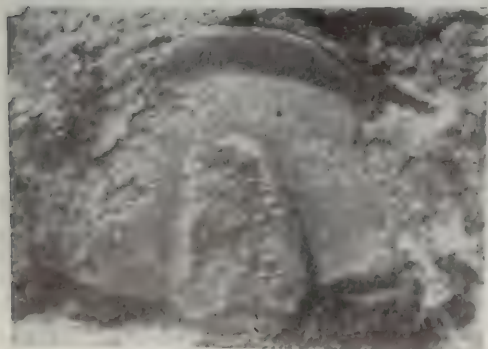
5



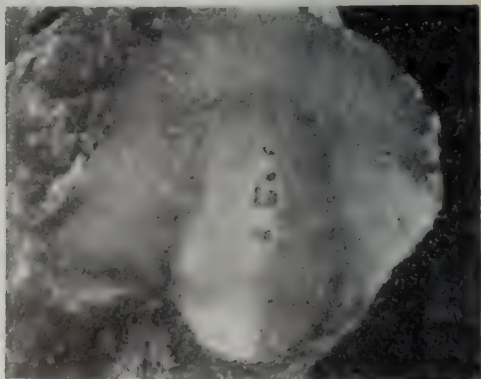
8



10

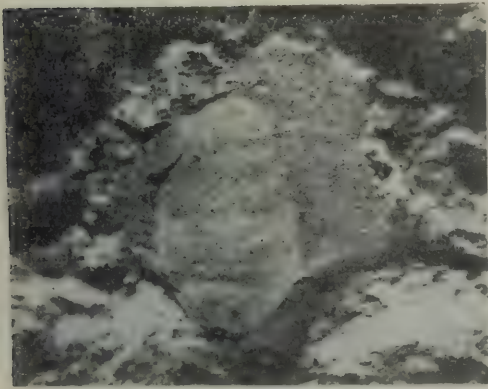


6

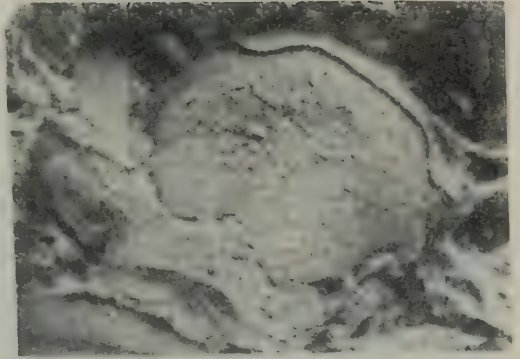


9

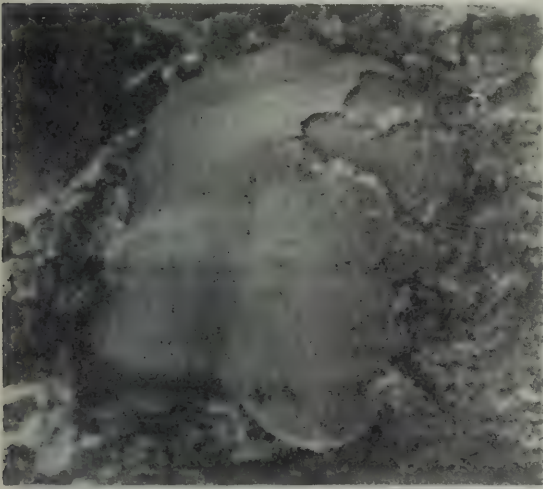




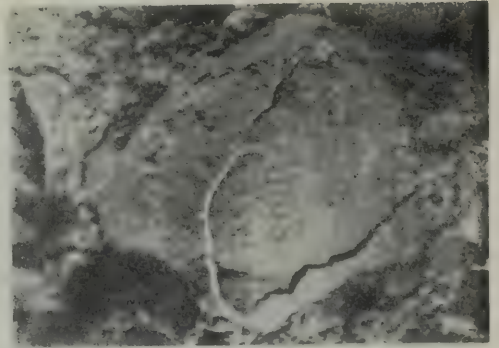
3



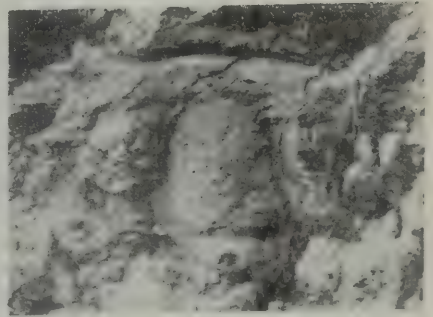
4



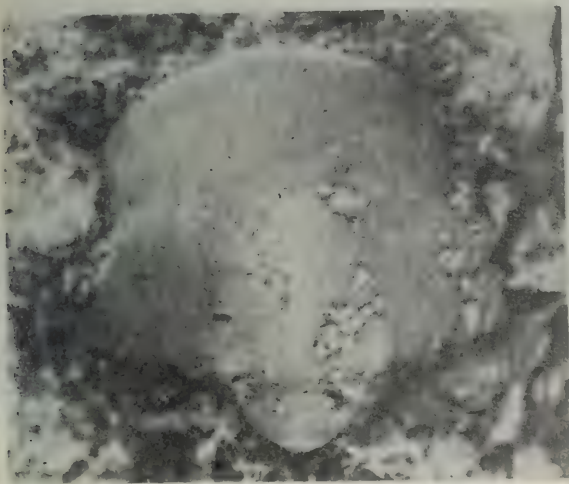
1



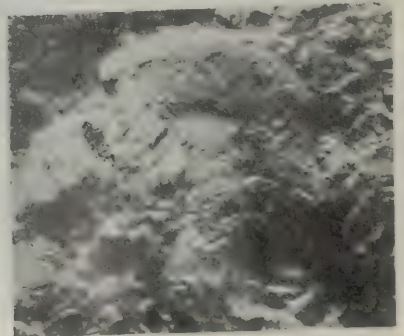
5



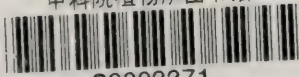
7



2



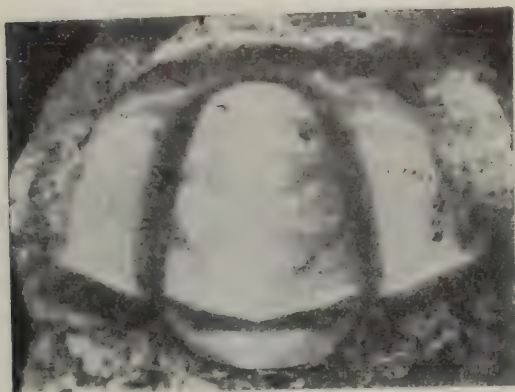
6



S0003371

卢衍豪等：论毛庄组的时代及其所含三叶虫

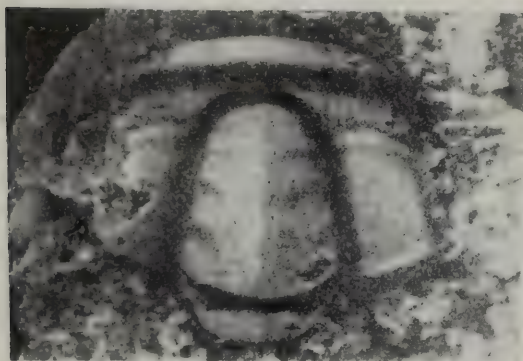
图版 X



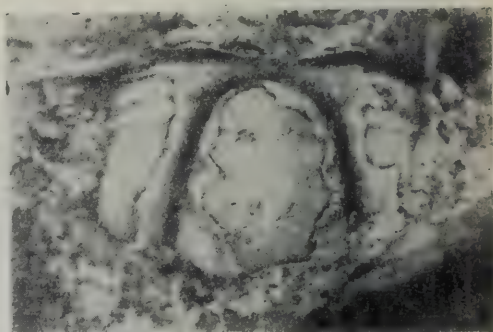
1



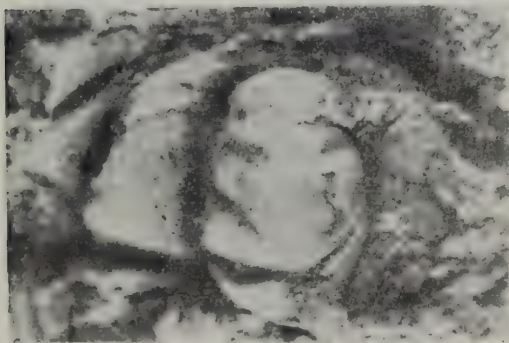
5



2



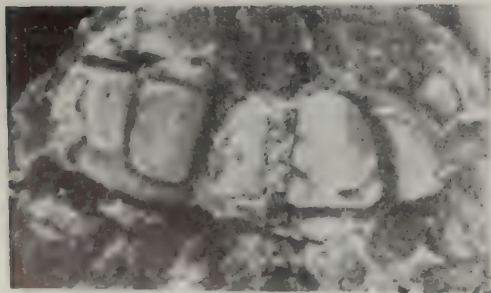
6



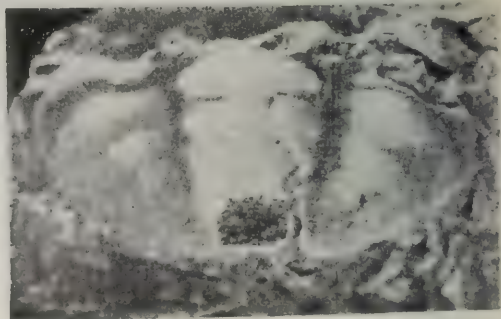
3



7



4



8



|      |         |
|------|---------|
| 收到期  | 1980    |
| 来源   | 西单书     |
| 书价   | 10.20元  |
| 单据号  | 728144  |
| 开票日期 | 88.6.21 |

|                  |      |               |      |
|------------------|------|---------------|------|
| 24602            |      | 58.137<br>291 |      |
| 中科院南京地质古生物研究所 季刊 |      |               |      |
| 24号              |      |               |      |
| 借者单位             | 借者姓名 | 借出日期          | 还书日期 |
| 古生物所             | 王德明  | 88.1.2        |      |
|                  | 王德明  | 88.1.20       |      |

58.137  
291

24602

### 注 意

- 1 借书到期请即送还。
- 2 请勿在书上批改圈点，折角。
- 3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

京卡0701

MEMOIRS  
OF  
NANJING INSTITUTE OF  
GEOLOGY AND PALAEONTOLOGY

*Academia Sinica*

No. 24



49

SCIENCE PRESS

1988



